

RÖBÄCKSDALEN MEDDELAR

RAPPORT FRÅN NORRLANDS LANTBRUKS-
FÖRSÖKSANSTALT RÖBÄCKSDALEN, UMEÅ

NR 9 1990 TRÄDGÅRDSFÖRSÖKEN



SVAMPODLING PÅ NORDLIGA BREDDGRADER

BRUNO DAL



Förord

Projekt "Matsvampodling etapp I" har genomförts inom svampprojektet vid Rönäcksdalen och i samarbete med sektion Ekoteknik, Högskolan i Östersund. Projektet har finansierats med medel dels från det särskilda åtgärdsprogrammet för jordbruket i norra Sverige dels från glesbygdsdelegationen. De praktiskt-teoretiska momenten har utförts av Bruno Dal under handledning av Laila Brunes och Elisabeth Bååth, Rönäcksdalen samt Lars Thofelt, Högskolan i Östersund.

Projektets syfte är att förbättra kunskaperna vad gäller odling av matsvamp och därigenom skapa förutsättningar för en ökad lokal odling på olika platser i Norrland. Det övergripande målet för satsningen på utveckling av matsvampodlingen är att ta fram ett praktiskt system för odling i första hand av shiitake och ostronskivling. Systemet skall beskrivas i konkreta instruktioner och handledningar. Undervisningsmaterial, kompendier och informationsbroschyrer ska utarbetas.

Den föreliggande rapporten för etapp I har under våren-90 använts som litteratur bl.a vid de kurser för matsvampodlare som anordnas i samarbete med lantbruksnämnderna och hushållningssällskapen i de nordligaste länen.



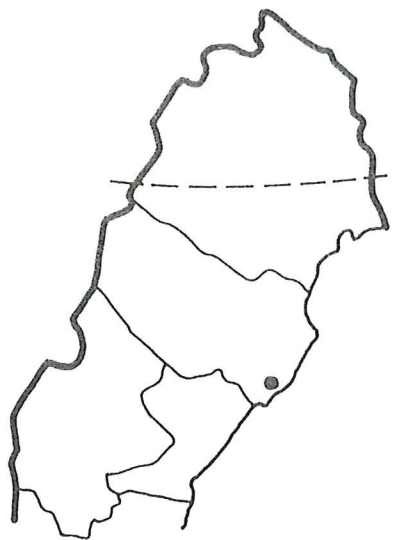
Laila Brunes



Elisabeth Bååth



Lars Thofelt



RÖBÄCKSDALEN MEDDELAR

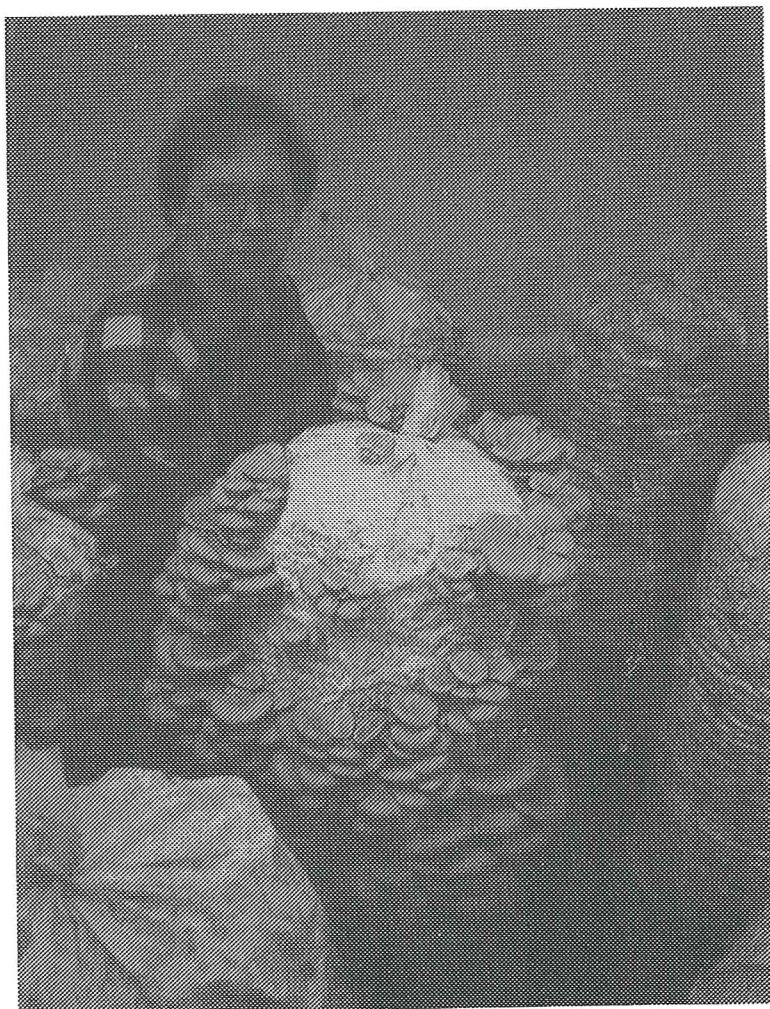
RAPPORT FRÅN NORRLANDS LANTBRUKS-
FÖRSÖKSANSTALT RÖBÄCKSDALEN, UMEÅ

NR 9 1990 TRÄDGÅRDSFÖRSÖKEN



SVAMPODLING PÅ NORDLIGA BREDDGRADER

BRUNO DAL



INTRODUKTION

FÖRORD

I länder med gamla traditioner att odla svamp finns ett rikt material som kan tjäna som underlag vid framställning av odlingsinstruktioner. I Sverige har svampodling och bruk av vildsvamp inte haft så stor omfattning och har inte pågått under så lång tid att sådana traditioner ännu kunnat uppkomma.

I Sverige finns dock en viss bakgrund inom champinjonodlingen. Den verksamheten skulle ha kunnat växa sig stark, om den inte slagits ut av billiga importsvampar.

I Sverige finns ett ökande intresse för vildsvamp och svampodling. Det kan vara en potentiell näring för landsbygden i såväl storskalig som småskalig form. Växt- och fiberavfall kan utgöra viktiga råvaror för svampodlingen. Det finns även miljötekniska aspekter på matsvampodlingen.

Den rådande osäkerheten inom lantbruksnäringen spelar en stor roll i den här utvecklingen. Intresset att odla andra svampar än champinjoner är också stort. Framför allt beror det på en strävan att öka lönsamheten, men det kan nog också tillskrivas tillgången på råvaror och allmän nyfikenhet.

De senaste åren har en stor mängd nya svampodlingar startats. Det har skett med varierande resultat. Odlingstekniken befinner sig på ett mycket utvecklat stadium idag i Sverige, och knappast någon av odlingarna har varit något "klipp". Det är inte oväntat, men med väl avpassad teknik och väl fungerande odlingssystem och organisation bör svampodlingen kunna vara en intressant näring.

Den här rapporten kan ses som ett av svaren på behovet att utreda möjligheterna för svampodling ur såväl hobby- som kommersiell synvinkel.

INNEHÅLL

Idag befinner sig den svenska svampodlingen i ett mycket utvecklat stadium och utvecklingen kommer att ske mycket snabbt. Rapporten har därför fått en mer orienterande karaktär och receptbetonade beskrivningar undviks. För detta finns idag utmärkta material när det gäller hobbyodling och kommersiell odling i liten skala. Framför allt ska rapporten ge en insikt i vad svampodling innebär och vilka krav verksamheten ställer på odlaren.

Vid matsvampodling utgår man från svampens naturliga förutsättningar. Därför inleds rapporten med svampens byggnad och livscykel. Allmänkunskaper om svampar brukar nämligen vara betydligt sämre än de om växter och djur.

Därefter behandlas svampodling såväl allmänt som med särskilda odlingsbeskrivningar, från enkel, "ursprunglig" odlingsteknik till intensiv kommersiell svampproduktion.

Odlingsbeskrivningar ges för följande svampar:

- Champinjon, *Agaricus spp* , på traditionell kompost.
- Ostronskivling, *Pleurotus spp*, på trästockar och på halm.
- Shiitake, *Lentinus edodes*, på trästockar och på sågspån.
- Brun halmskivling, *Stropharia rugosa annulata*, på halm.

FORTSÄTTNING

Detta arbete är tänkt att ligga som grund för studiematerial och informationsblad om svampodling. Det kan också utgöra en grund för ett mer omfattande arbete. Synpunkter på rapportens innehåll mottages med tacksamhet.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INTRODUKTION	I
FÖRORD	I
INNEHÅLL	I
FORTSÄTTNING	II
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	III
 SVAMPENS BIOLOGI	1
VAD ÄR SVAMP?	3
SAMMANFATTNING	5
SVAMPVETENSKAP FÖRR OCH IDAG	7
IAKTTAGELSEFÖRMÅGA	7
AUKTORITET	8
STRÄVAN EFTER FÅ KATEGORIER	9
IDAG	10
FORSKNING FÖR MATSVAMPODLING	10
SAMMANFATTNING	11
SVAMPEVOLUTION	13
SAMMANFATTNING	14
SVAMPRIKETS INDELNING	15
SAMMANFATTNING	18
SVAMPARNAS BYGGNAD OCH UTVECKLING	19
SVAMPENS OLIKA DELAR	19
SVAMPENS VEGETATIVA DELAR	20
HYFERNAS BYGGNAD OCH TILLVÄXT	20
UPPTAG AV NÄRING	21
VARIATIONER I STRUKTUREN	22
BILDNING AV SVAMPVÄVNAD	22
VEGETATIVA VÄVNADSBILDNINGAR	22
PARKÄRNMYCEL	23
VEGETATIV FÖRÖKNING	25
Asexuellt bildade sporer	25
DEN REPRODUKTIVA DELEN	26
FRUKTKROPPENS UTVECKLING	26
FRUKTKROPPENS BYGGNAD	27
Foten	27
Hatten	28
HYMENIUM OCH BILDNING AV SPORER	29
SAMMANFATTNING	30
EKOLOGI	31
PARASITER	31
SAPROFYTER	32
SYMBIONTER - MYKORRHIZASVAMPAR OCH LAVAR	32
SUCCESSION	32
NÄRINGSKRAV	33
SUBSTRATETS STRUKTUR	33
ÖVRIGA EGENSKAPER HOS SUBSTRATET	33
KLIMAT	34
SVAMPENS OLIKA MILJÖKRAV	34
SAMMANFATTNING	34

ODLING AV MATSVAMPAR.....	35
ODLINGSHISTORIA.....	37
SAMMANFATTNING.....	38
VILKA SVAMPAR KAN ODLAS?.....	39
PRODUKTION OCH TRENDER	40
SAMMANFATTNING.....	43
ODLINGSMETODER.....	45
SVAMPODLING - MÖJLIGHETER OCH SVÅRIGHETER.....	45
ODLINGENS PRINCIPER OCH UTTRYCK	46
EXTENSIV - INTENSIV ODLING.....	48
GENERELLA STEG I ODLINGSCYKELN.....	51
PLANERING OCH ORGANISATION.....	51
OLIKA TYPER AV YMPMYCEL.....	52
FRAMSTÄLLNING AV YMPMYCEL	52
BEREDNING AV SUBSTRAT.....	53
Råvaror.....	53
Råvarans beskaffenhet	54
Emballage.....	55
Blötläggning.....	56
Hygienisering av substrat	56
Värmebehandling.....	57
Autoklavering	57
Pastörisering.....	58
Värmebehandling + biologisk behandling.....	59
BIOLOGISK-KEMISK UPPVÄRMNING	59
PASTÖRISERING.....	59
Biologisk behandling, fermentering... ..	59
FERMENTERING SOM FÖRVARINGSMETOD	59
FERMENTERING SOM HYGIENISERINGSMETOD.....	60
Ympning.....	61
MYCELTILLVÄXT	61
INITIERING AV FRUKTKROPPSBILDNING.....	61
FRUKTKROPPSBILDNING	62
UTVÄXT AV FRUKTKROPPAR	62
SKÖRD.....	62
FÖRVARING, FÖRÄDLING.....	62
DISTRIBUTION	62
SAMMANFATTNING	63
EXTENSIV ODLING	65
ODLING PÅ TRÄSTOCKAR - ALLMÄNT.....	65
VAL AV TRÄSLAG.....	65
STOCKENS DIMENSION	65
FÄLLNING AV TRÄD.....	66
LAGRING AV STOCKARNA MELLAN FÄLLNINGEN OCH YMPNINGEN....	66
UPPSÅGNING AV STOCKAR	66
HANTERINGSMÄSSIGA ASPEKTER PÅ STOCKENS DIMENSION.....	67
STOCKARNAS FUKTHALT.....	67
ÅTERFUKTNING AV TORRA STOCKAR	67
YMPNING.....	68
INKUBATION.....	69
INITIERING AV FRUKTKROPPSBILDNINGEN.....	70
FRUKTKROPPSBILDNING	71
SKÖRD.....	71

ODLING PÅ HALM - BRUN HALMSKIVLING,	73
<i>Stropharia rugosa annulata</i>	73
VAD ÄR BRUN HALMSKIVLING?	73
Historik.....	73
Beskrivning.....	73
VARFÖR ODLA BRUN HALMSKIVLING?	73
ODLINGSEGENSKAPER	73
ODLING	74
Beredning av råvaror	74
Tillsatser.....	74
Ympning.....	74
Inkubation	75
Initieringsfas.....	75
Fruktkropparnas utveckling.....	75
Skörd	75
SAMMANFATTNING.....	76
INTENSIVODLING	77
CHAMPINJONODLING	77
ALLMÄNT	77
Odlade arter.....	77
Byggnad och livscykel	77
Allmänt om tillväxtfaktorer	77
ODLING	78
Substrat.....	78
Komposterling	78
Pastörisering.....	79
Ympning och genomväxt av substrat	79
Initieringsfas.....	79
Skörd	79
SAMMANFATTNING	80
ODLING AV OSTRONSKIVLING PÅ HALM	81
ALLMÄNT	81
Namn.....	81
Beskrivning.....	81
Fysiologi	81
Livscykel	81
Näringskrav	82
Fukthalt	82
Substratform	82
Andning	82
Klimatbehov	82
ODLING	83
Halmsubstrat.....	83
INKÖP.....	83
LAGRING AV HALM.....	83
Ensilagemetoden.....	84
Substratberedning	84
HACKNING	84
BLÖTLÄGGNING	84
FERMENTATION I SYREFATTIG MILJÖ	85
EMBALLAGE	85
PACKNING AV SUBSTRAT.....	86
PASTÖRISERING.....	86
Lokal för ympning	87
Ympning.....	87
Genomväxtfas (Inkubation).....	87
Initiering och fruktkroppsutveckling.....	88
SAMMANFATTNING	88

ODLING AV SHIITAKE PÅ SPÅN	89
ALLMÄNT	89
Namn.....	89
Beskrivning.....	89
Fysiologi.....	89
Ekologi.....	89
Livscykel	90
Näringskrav	90
Substratform	92
Substratpackning	92
Klimatbehov	92
ODLING	93
Substrat.....	93
RÅVAROR.....	94
EMBALLAGE	94
PACKNING	94
PASTÖRISERING.....	94
Lokal för ympning	95
Ympning	95
Inkubation.....	96
Initiering av fruktkroppsbildning	97
Fruktkroppsbildning.....	98
SAMMANFATTNING	98
ODLING AV ANDRA MATSVAMPAR.....	99
VINTERNAGELSKIVLING.....	99
ALLMÄNT	99
Namn.....	99
Historia.....	99
Beskrivning.....	99
Odlingsegenskaper	99
ODLING	100
Substrat	100
Ympning	100
Inkubation.....	100
Initiering av fruktkroppsbildning.....	100
Fruktkroppsutveckling.....	100
Skörd.....	101
SAMMANFATTNING	101
GELÉSVAMPAR	103
ALLMÄNT.....	103
Namn	103
Historia	103
Beskrivning	103
Odlingsegenskaper.....	104
SAMMANFATTNING.....	104
LITTERATURFÖRTECKNING	105

SVAMPENS BIOLOGI

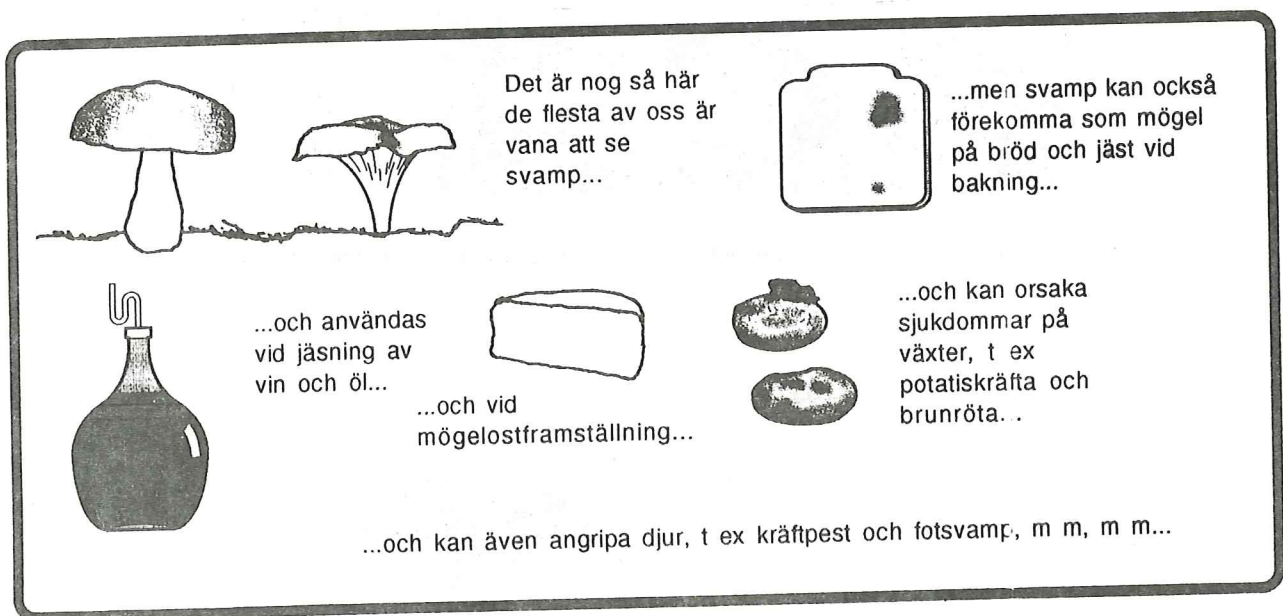
VAD ÄR SVAMP?

Jämfört med växter och djur är svampar **primitiva** organismer. Även de högst utvecklade svamparna har ett växtsätt, som påminner om **mikroorganismernas**¹ sätt att tillväxa och ta upp näring.

En typisk egenskap hos svamparna är att de saknar växternas **fotosyntetiserande**² förmåga. All näring de behöver tas därför från det underlag de växer på.

Svampar kan växa på en mängd olika underlag, men de livnär sig oftast på att bryta ner döda växt- och djurrester. Därför har de, tillsammans med bakterierna, en stor **ekologisk**³ betydelse för livet på jorden.

Då och då lägger man märke till svamparna som i FIGUR 1, men de är för det mesta osynliga för oss, trots att de finns nästan överallt. Svampar växer i form av mikroskopiska trådar eller mikroskopiska jästceller. De sprider sig vanligen med **sporer**⁴, som frigörs i stor mängd i vattnet eller i luften.



FIGUR 1. Svampar kan både vara till skada och till nytta för människan, och de kan förekomma i en mängd olika former, allt från encelliga mikroorganismer till skogssvampar.

Det vi oftast menar med "svamp" är de köttiga bildningar vi plockar i skog eller i odling för att äta. De har också använts för att framställa eld, "konstläder", folkmedicin och rusningsmedel. Dessa "svampar" är **storsvamparnas**⁵ **fruktkroppar**⁶

¹ **Flercelliga mikroorganismer** är enkelt organiserade, där cellerna inte bildar några vävnader eller organ.

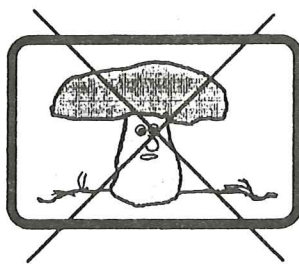
² **Fotosyntesen** är en speciell process hos de gröna växterna, där koldioxid och vatten förenas till socker med hjälp av solljus och speciella färgpigment, främst klorofyll.

³ **Ekologi**: Av grek. oikos = hus, hem. Läran om organismers samspel med varandra och med miljön.

⁴ **Sporer**: Enkla, ofta encelliga, spridningskroppar, som ofta kräver god tillgång på fukt och näring för att gro.

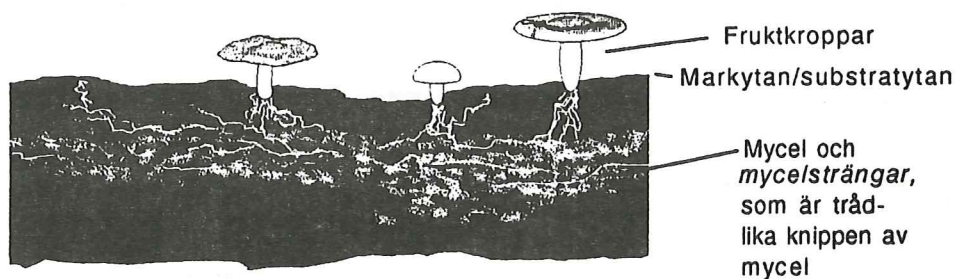
⁵ **Storsvampar** bildar för ögat synliga **fruktkroppar**. Dessa kan vara från någon millimeter till över en meter i diameter.

⁶ En **fruktkropp** sörjer för spridning av sporer.

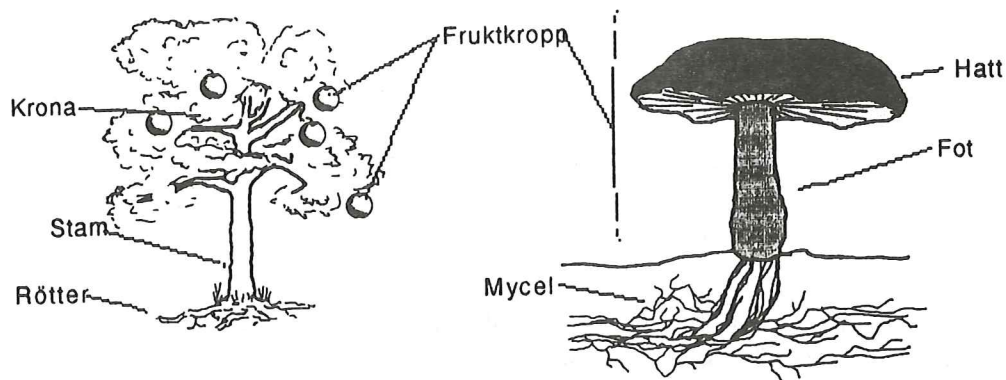


FIGUR 2. "Svampen" är bara en liten del av hela svampindividen.

Den större delen av svampen ser vi oftast inte. Den är ett nätverk av mikroskopiska trådar, som kallas **mycel**⁷. Det genomspinner och absorberar näring ur ett **substrat**⁸. Det är mycelet som är själva svampen och som ger upphov till fruktkropparna.



FIGUR 3. **Mycelet** representerar själva svampindividen. **Fruktkroppen** är ett organ som underlättar spridningen av sporer.



FIGUR 4. Frukträdets frukter motsvarar svampens fruktkropp. Själva trädet, med grenar, stam och rötter, kan jämföras med svampens mycel. Man ska dock vara försiktig med att göra jämförelser av det här slaget, eftersom de kan vara missledande och missvisande. Även om likheter finns, så är skillnaden stor mellan växter och svampar, liksom skillnaden är stor mellan djur och växter.

⁷ Mycel, av grek. mykes=svamp.

⁸ Det som svampen växer i och tar upp näring ur kallas substrat. Ett annat ord är medium.

SAMMANFATTNING

- Svampar är primitiva organismer
- De saknar fotosyntetiserande förmåga
- De har genom sin nedbrytande roll i naturen en stor ekologisk betydelse för livet på jorden
- De är ofta osynliga för blotta ögat
- Vanligen består svamparna av ett mycel, som är den näringsupptagande delen av svampen.
- Storsvamparna sprider sig genom att bilda makroskopiska⁹ fruktkroppar, som avger sporer.

⁹ Makroskopiska: Synliga med blotta ögat. Mikroskopisk: Ej synligt med blotta ögat

SVAMPVETENSKAP FÖRR OCH IDAG

Kunskapsuppbyggnaden inom svampvetenskapen har gått ganska trögt. Varför? Följande faktorer är betydelsefulla för kunskapsutvecklingen::

- Iakttagelseförmåga
- Påverkan från auktoriteter
- Strävan efter få kategorier

IAKTTAGELSEFÖRMÅGA

Det krävs fina instrument vid utforskningen av svampens natur, eftersom dess livscykel är av mikrobiell natur. Därför kom svampar att omges med mycket skrock och mystik.

I det antika Grekland, 400-200 f Kr, uppstod genom möten av olika folkgrupper en "smältdegel", vilket ledde till att olika livsåskådningar kom att kritiseras. Vilken gud var mer sann än den andra? Vetenskapliga tankegångar kom att uppmuntras, men vetenskapsmännen hade svårt att ge en rationell förklaring till svamparnas existens. Man drog paralleller med andra oförklarliga fenomen, till exempel åska.

Den förhärskande tanken var att svampar uppkom spontant ur jorden, ibland som resultat av åska, eller från gyttja och bittra vätskor från jord eller träd. Man behöver inte förvånas över dessa teorier, eftersom man dithills inte observerat något annat än det vi i dagligt tal kallar "svamp", nämligen fruktkroppen hos storsvamparna. Dessa uppkommer ju ofta efter regn i fuktiga jordar. Några frön syntes ju heller inte till. Sporerna var för små för att kunna iakttas med blotta ögat.



FIGUR 5. Utan mikroskop var det svårt att få en inblick i svampens natur och levnadssätt. Utvecklingen inom **svampfysiologi**¹⁰ och **klassificering**¹¹ följer med den tekniska utvecklingen, som ger oss instrument att undersöka och förstå vår omgivning med.

Det fanns tidiga tankar och iakttagelser om att svampar spred sig med frön, men först fram mot år 1700 hade vetenskapsmännen enkla mikroskop att tillgå, och sambandet mellan mycel, fruktkropp och sporer klargjordes. Trots detta hade vetenskapsmännen mycket svårt att placera svamparna. År 1718 förklarade den franske botanikern Sebastian Vaillant svampar vara djävulens hantverk, som trotsar harmonin i naturen och finns till endast för att gäckas de skickligaste botanikerna och vetenskapsmännen intill förtvivlans gräns.

Felaktiga uppfattningar dröjde sig kvar länge, bland annat att svampen var en boning för djur. Linné hade svårigheter att bestämma var svamparna egentligen hörde hemma, innan han bestämde sig för växtriket. Under 1700-talet hade en vetenskapsman trott sig iaktta hur svampsporer kläckts till små djur (i verkligheten var det sådana organismer, som normalt

¹⁰ Fysiologi: Se fotnot 18

¹¹ Klassificering: Se fotnot 27

finns i vatten, som fått stå ett tag). Som tur var skedde detta inte utan kritik och i slutet av 1700-talet hade svamparna uteslutits ur mineral- och djurriket.

Även de antika idéerna om **heterogenes**¹², att liv kunde uppstå spontant ur livlös materia, var seglivade. Det var ju onekligen en bekväm teori, som gav förklaring till oförklarliga fenomen. Först kring mitten av 1800-talet avfärdades den tanken inom vetenskapen, utom vid de tillfällen, så livets uppkomst diskuteras.

AUKTORITET

När den religiösa auktoriteten satts ur spel i det antika Grekland, så fick istället vissa vetenskapsmän stor auktoritet. Idén om heterogenes fick stor genomslagskraft eftersom den gick tillbaka till Aristoteles (384-322 f Kr), som har haft ett mycket stort inflytande inom vetenskapen. Dessutom fanns förmodligen ingen annan mer övertygande förklaring just då till svamparnas märkliga uppträdande.

Under Romarriket och den kristna kyrkan kvävdes den vetenskapliga andan under nära 1500 år. De klassiska verken bevarades i den arabiska kulturen och återupptäcktes efter omkring år 1100. **Signaturläran**, det vill säga att alla tecken ska tolkas bokstavligt, var högsta mode under denna tid. Ett exempel på detta är uttrycket "ont skall med ont förgås". Denna bokstavstro ledde till att de gamla klassiska verken inte förvanskades så mycket vid översättningarna, men den okritiska synen gynnade knappast det återvaknande vetenskapliga intresset.

Linnés "Species plantarum" (1753) är utgångspunkten för svamparnas **vetenskapliga namn**¹³; hans största insats inom svampområdet var att införa samma namngivningssystem som för växterna. Tyvärr var kunskapen om svamparna inte hans starka sida, vilket inverkade negativt på svampvetenskapen.

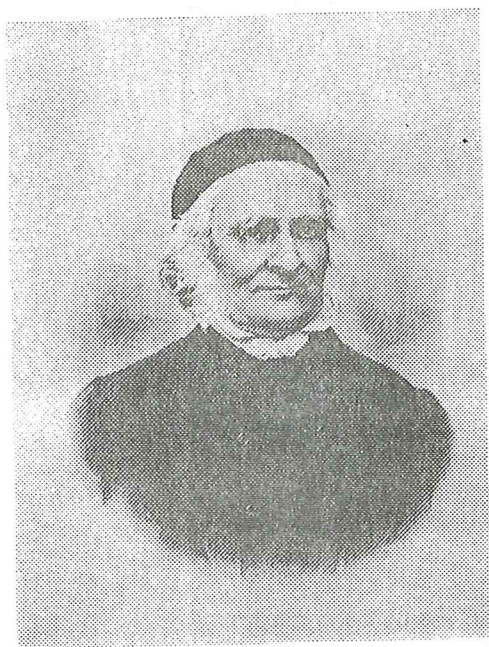
Elias Fries (1794-1878), biolog och professor vid Uppsala Universitet i praktisk ekonomi samt botanik, är främst känd som den förste som ingående studerade svampar. Hans personliga och allvarliga svampintresse grundlades redan i barndomen och större delen av sitt arbetande liv ägnade han åt att **systematisera**¹⁴ och namnge svamparna. Han var bland de första som gav ut svampböcker i Sverige. På grund av sin tidiga och stora insats inom svampområdet är han känd som "**mykologins**¹⁵ fader".

¹² Heterogenes, eller uralstring, kallas den idé, om att lägre livsformer kunde uppstå från livlös materia, utan att vara resultat av några föräldraorganismer. Denna teori stöddes av Aristoteles, som länge var en stor vetenskaplig auktoritet.

¹³ Vetenskapliga namn: Se Inledning.

¹⁴ Systematiken sysslar med att bestämma organismernas släktskap och ge vetenskapliga namn åt dem.

¹⁵ Mykologi=läran om svamparna.



FIGUR 6. Elias Fries (1794-1878), "mykologins fader".

Vid tiden för Elias Fries kom svampforskningen igång på allvar och grunden lades för vår nuvarande kunskap om svampar.

STRÄVAN EFTER FÅ KATEGORIER

Med den ökade förmågan att iakttä världen som mikroskopet gav, började de gamla idéerna ge vika för nya insikter. Svampen sågs ha ett förnuftigt växtsätt och "svamparna", det vill säga fruktkropparna, uppkomst kunde förklaras. Svamparna visade sig inte passa in i vare sig mineral- eller djurriket.

Då återstod växtriket åt svamparna. I sitt växtsätt liknar storsvamparna mest växter. Men vetenskapsmännens strävan efter att ha så få kategorier som möjligt resulterade bland annat i att sporer förväxlades med *pollen*¹⁶ eller *frön*¹⁷ (sporer har, till skillnad från frön, ingen förgrodd) och mycelet förväxlades med rötter. Okunnigheten inom *svampfysiologi*¹⁸ var betydligt större än den inom växtfysiologi, och den försvårade det vetenskapliga arbetet.

¹⁶ Pollen: Hanliga förökningskroppar hos växter. Den vanligt förekommande benämningen frömjöl är missvisande.

¹⁷ En av fördelarna med bildningen av frön har ett näringslager och en förgrodd, som gör att de kan gro även på näringsfattiga platser.

¹⁸ Fysiologi: Läran om organismernas livsprocesser.

IDAG

Rönen inom systematiken ändras fortlöpande, allt eftersom forskningen och dess instrument utvecklas. Gentekniken är idag ett viktigt instrument vid utforskningen av släktskaps- och utvecklingsförhållanden. Man strävar efter att systematisera organismerna så släktskapstroget som möjligt. Det är dock inte alltid praktiskt möjligt, utan organismernas utseende och byggnad spelar idag fortfarande en stor roll. Det gör att det finns flera olika system, av vilka det ena inte behöver vara mer "sann" än något annat.

Utvecklingen av elektronmikroskopet under första hälften av 1900-talet har haft stor betydelse för utforskningen av svampens natur, och kan kanske sägas vara lika revolutionerande som uppfinningen av ljusmikroskopet.

FORSKNING FÖR MATSVAMPODLING

Mikrobiologi är ett ämnesområde, som är av stor betydelse för svampodlingen. Förståelse för svampens natur kräver studier på mikrobiell nivå. **Komposterlingen**¹⁹ inom champinjonodlingen sker med hjälp av mikroorganismer. Många organismer som angriper odlingssubstratet och svampen är mikroorganismer.

Den viktiga framställningen av ympmycel sker med **sterilteknik**²⁰. Se kapitel om ympmycel²¹.

En aktiv och effektiv forskning är viktig för att svampodlingen ska bli framgångsrik. Det ställs höga krav på miljökontroll för att produktionen ska kunna styras och därmed bli förutsägbar. Optimal produktion kräver en komplicerad samverkan mellan flera olika faktorer. Ändras en faktor, så kan kraven på övriga faktorer påverkas, eller så misslyckas odlingen.

Liksom inom de flesta arbetsområden, krävs det en kombination av grundforskning och tillämpad forskning för att lägga en god grund för utveckling av den kommersiella svampodlingen. Rön som baserar sig endast på laboratorieodling är från odlarens synpunkt inte alltid tillförlitliga, eftersom sådan odling aldrig kan jämföras med praktisk kommersiell odling, där odlingsförhållandena är helt annorlunda.

Svamparnas kemi är ett område som väckt allt större intresse. Gamla välkända exempel är svamparnas förmåga att syntetisera etanol (jästsvampar, *Saccaromyces*) och penicillin (penselmögel, *Penicillin*). Det har visat sig att svampar kan ge andra intressanta ämnen. Exempel på det är de ämnen, som hittats i bland annat den ostasiatiska delikatesssvampen **shiitake**²², *Lentinus edodes*, som kan ha en gynnsam effekt på cancer tumörer och blodkolesterolhalten²³. De ökade möjligheterna till förfinade analysmetoder har också lett till att vi fått omvärdera en del av vår uppfattning om svamparnas ätlighet.

Tyvärr har svampar inte fått så stor uppmärksamhet inom forskningen som de kanske egentligen förtjänar. Främst är det inom livsmedelsområdet, kemiska industrin, läkemedelsindustrin, och där de ställt till med besvär i egenskap av parasiter, mögel och röta, som de fått störst uppmärksamhet. Ett allt större ekologiskt medvetande har ökat svamparnas betydelse för människorna, och områden som miljöteknik och avfallshantering har öppnats för svamparna.

¹⁹ Vid komposterlingen görs det gödselblandade substratet, som champinjonerna odlas på, lämplig för svampodling.

²⁰ Steril: Ren från mikroorganismer.

²¹ Ympmycel: "Svamputsäde", bestående av renodlat mycel.

²² Shiitake, *Lentinus edodes*, se Inledning och odlingsbeskrivningar

²³ Atminstone hos möss, enligt djurförsök.

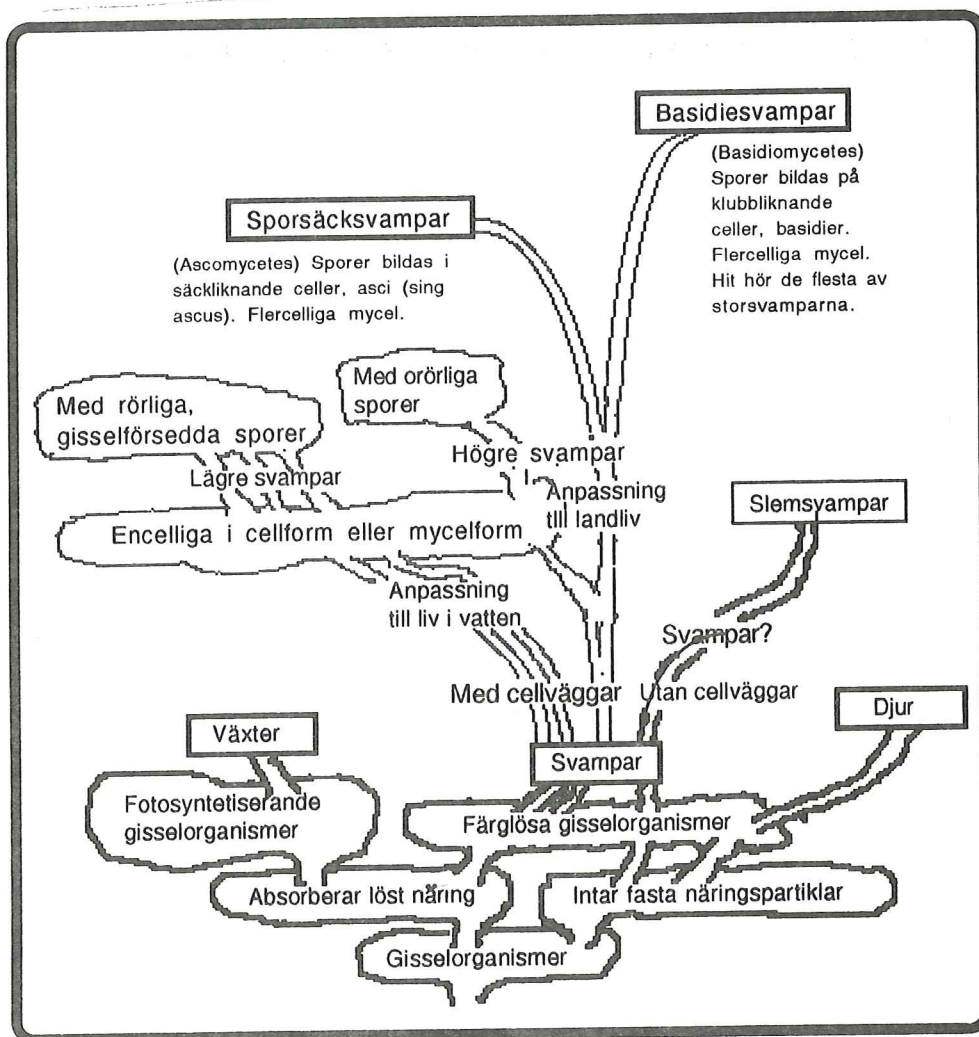
SAMMANFATTNING

- Svampens gåtfulla natur har försvårat för utvecklingen inom kunskapen om svamparna., men även auktoritetstro och traditionsbundet kategoritänkande har haft negativ effekt.
- Utvecklingen av mikroskopet har haft en avgörande betydelse för kunskapen om svamparna.
- Mikrobiologi, mykologi, kemi och teknik är viktiga vetenskapliga ämnesområden för svampodlingens utveckling.

SVAMPEVOLUTION

Det råder en viss osäkerhet om svamparnas härstamning. Den representerar förmodligen flera utvecklingslinjer.

Plankton²⁴ utgörs till stor del av encelliga mikroorganismer, som rör sig med hjälp av ett gissel²⁵. Dessa *gisselorganismer* anses utgöra en ursprunglig organismnivå hos algerna. De flesta har en ljuskänslig färgpigmentfläck med klorofyll²⁶. Det finns dock även färglösa gisselorganismer, som lever uteslutande genom att inta näring från omgivningen. Vissa tar upp endast lösta ämnen, medan andra kan inta fasta partiklar och därför närmast kan betraktas som djur.



FIGUR 7. Svamparnas utveckling. Framställningen är starkt förenklad.

²⁴ Plankton är organismer, som driver med vattenströmmarna

²⁵ Gisslet är en "svans", varmed gisselorganismerna simmar.

²⁶ Klorofyll är ett pigment, som strukturmässigt liknar blodets hemoglobin. Det fångar ljusenergi, varvid koldioxid och vatten förenas till energirikt socker (fotosyntes).

Svampar kan ha utvecklats ur en grupp gisselorganismer, som saknat fotosyntetiserande förmåga. Inom de så kallade **lägre svamparna** finns fortfarande vattenanpassade livsformer med gisselförsedda sporer (s k zoosporer). Hos de **högre svamparna** är livsformen anpassad till landliv genom sina orörliga, tjockväggiga sporer och genom sammansmältning av speciella könsorgan på hyferna. Hos de högst utvecklade svamparna föregås den sexuella förökningen av en sammansmältning av hyfgrenar av motsatt kön, utan bildning av några särskilda könsorgan. Det är fallet hos våra vanligaste skogssvampar.

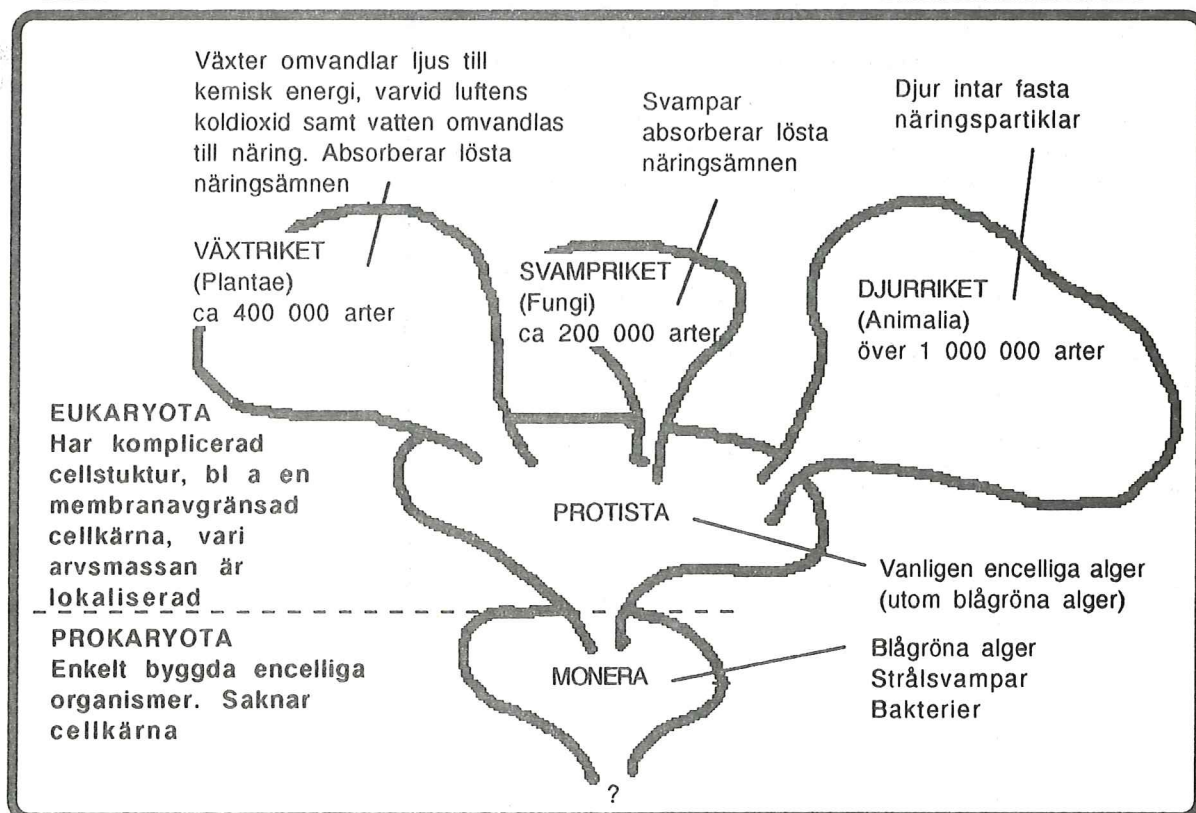
SAMMANFATTNING

- Svampar har förmodligen utvecklats ur en primitiv organismnivå med gisselförsedda encelliga mikroorganismer.
- Svamparna representerar flera olika utvecklingslinjer, varav en del är typiska svampar, medan en del andra är mer lika växter eller djur.
- Skogssvamparna och de odlade matsvamparna hör till de högst utvecklade svamparna.

SVAMPRIKETS INDELNING

Sedan 1700-talet räknades svamparna till växterna, eftersom de passade ännu sämre in i djurriket och mineralriket. Vissa organismer passar dock inte in i något av dessa riken. Livet på jorden har därför delats in i fler kategorier och svamparna har fått bilda ett eget rike.

Svampriket är mycket omfattande. En fullständig redovisning av svamparnas klassificering²⁷ och byggnad skulle inte ge utrymme för något annat. Klassificeringen stödjer sig på svamparnas byggnad. Särskilt intresse ägnas åt sporerna och åt strukturerna som bildar dem.



FIGUR 8. De levande organismerna indelas idag i fem riken. Eukaryota och Prokaryota representerar två "superriken" över de fem rikena.

Trots alla dessa indelningar i riken, så finns det svårdefinierade organismer som befinner sig i en "gråzon" mellan rikena. Det gäller inte minst svamparna, som är en mycket heterogent sammansatt grupp av organismer. Ett klassiskt exempel är trollsmöret, som hör till klassen *Myxomycetes*, äkta slemsvampar. I ett visst stadium kryper den fram på underlaget i sin jakt på näring och då liknar den mer en amöba än en svamp. Men slemsvamparna liknar också växter, eftersom de bildar sporer i ett organ med fasta cellväggar (ett s k *sporangium*). Förmodligen är de inte nära besläktade med de högre svamparna, och de kan därför placeras utanför svampriket. En annan svårplacerad grupp är *lavarna*²⁸. De systematiseras efter den svamp som ingår i laven.

Idag anges antalet arter till cirka 200 000 eller mer, och varje år upptäcks i ett stort antal nya arter. Som jämförelse kan nämnas att växtriket omfattar ungefär 400 000 arter, och djurriket över 1 000 000 arter.

²⁷ Genom klassificeringen ges namn åt organismer och klargörs släktskapsförhållanden mellan dem.

²⁸ Lavarna består av en svampkomponent och en algkomponent. Svampen ger skydd åt algen, som i sin tur kan dra nytta av de kolhydrater, som bildas av algen genom fotosyntesen.

I Sverige finns omkring 10 000 svamparter, varav cirka 3000 tillhör **storsvamparna**. De senare omfattar klasserna **sporsäck-** och **basidiesvampar** och hör till de så kallade **högre svamparna**. Klassen sporsäcksvampar omfattar främst mikroskopiska svampar. Det är hos basidiesvamparna som man hittar de flesta storsvamparna och de mest betydelsefulla av de odlade och vilda matsvamparna.

TABELL 1. Sporsäcksvamparna är en stor och varierande grupp av svampar. Flertalet av dem är små och oansenliga, t ex jästsvamparna, men det finns även intressanta matsvampar bland dem. Sporsäcksvampar är vanligtvis landlevande, men det finns också vattenlevande arter. De lever vanligen på döda eller levande växter och djur, och många kan bryta ner cellulosa. Det finns även de som bildar mykorrhiza (=svamprot, se kap "Ekologi").

Ascomycetes (Sporsäcksvampar)

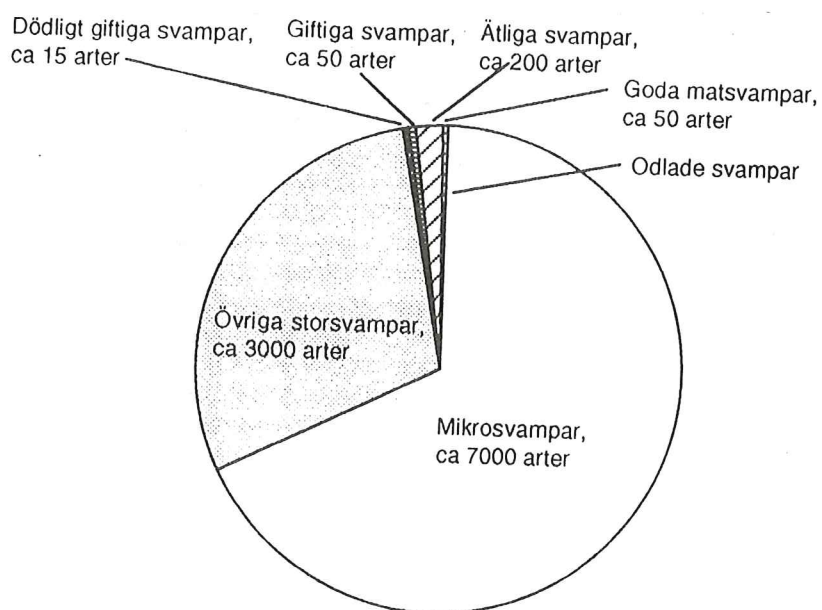
EXEMPEL	EGENSKAP	BETYDELSE FÖR MÄNNISKAN
Jästsvampar (Saccharomyces, Schizosaccharomyces) Häxkvastsvamp (Yaphrina betulina)	Bildar inga fruktkroppar	Viktiga inom livsmedels-industrin
Mjöldryga (Claviceps purpurea) Mjöldaggsvampar	Fruktkroppar som små svarta prickar.	Angriper kulturväxter
Skålsvampar (Pezizaceae)	Fruktkroppar med sporbildande organ utanpå fruktkroppen	Hos skålsvampar kan man kanske hitta potentiella matsvampar
Murklor (Morchellaceae)		Morchella rotunda. (Toppmurkla) Går att odla, men hittills inga kommersiellt intressanta resultat.
Äkta tryfflar (Tuberaceae)	Fruktkroppar med sporbildande organ inuti fruktkroppen, som växer under markytan	Tuber melanosporum, äkta fransk tryffel, svart tryffel eller perigordtryffel. Mykorrhizabildande. Träd ympas i USA, men svampen odlas i Frankrike. 3-9 år efter att träden (ek eller hassel) planterats kan tryffeln börja sköras.

TABELL 2. Basidiesvamparna är de högst utvecklade svamparna. Hit hör den övervägande delen av storsvamparna.

EXEMPEL	EGENSKAP	BETYDELSE FÖR MÄNNISKAN
Uredinales (Rostsvampar) Ustilaginales (Sotsvampar)	Inga fruktkroppar, inget hymenium, flercelliga basidier	Svåra växtparasiter:
Gelésvampar (Tremellales)	Bildar fruktkroppar med geléaktig konsistens. Flercelliga basidier.	"Silveröra" (Tremella fuciformis) Judasöra (Hirneola auricula judae) "Skogsöron" (Auricularia)
Buksvampar. (Gasteromycetidae)	Hymeniet bekläder håligheter i fruktkroppen. Encelliga basidier	Röksvampar, varav vissa går att äta
Aphylllophorales	Hymeniet exponeras vid mognaden.	Kantareller (Cantarellus) Trumpetsvampar (Craterellus) Taggsvampar (Hydnum) m fl matsvampar. Tickor (Polyporus)
Agaricales	Dito	Hit hör de mest betydelsefulla matsvamparna:, se tabell 3.

Tabell 3. Exempel på familjer, släkten och arter inom ordningen Agaricales

Familj	Släkte och art
Agaricaceae	Trädgårdschampinjon (<i>Agaricus bisporus</i>) Väggchampinjon (<i>A. bitorquis</i>)
Coprinaceae	Bläcksvampar (<i>Coprinus</i> spp)
Tricholomataceae	Shiitake (<i>Lentinus edodes</i>) Ostronskivlingar (<i>Pleurotus</i> spp) Vinternagelskivling (<i>Flammulina velutipes</i>) Matsutake (<i>Tricholoma matsutake</i>) Nejlikbrokskivling (<i>Marasmius oreades</i>) Honungsskivling (<i>Armillaria mellea</i>)
Hypholomataceae	Rökslöjskivling (<i>Hypholoma capnoides</i>)
Strophariaceae	Kragsskivlingar (<i>Stropharia</i> spp) Föränderlig tofsskivling (<i>Kuehneromyces mutabilis</i>) <i>Pholiota aegerita</i>
Plutaceae	Slidskivlingar (<i>Volvariella</i> spp) Stolt fjällskivling (<i>Macrolepiota procera</i>)
Lepiotaceae	Riskor (<i>Lactarius</i> spp)
Russulaceae	Kremlor (<i>Russula</i> spp)
Amanitaceae	Flugsvampar (<i>Amanita</i> spp)
Boletaceae	Soppar (<i>Boletus</i> spp m fl)



FIGUR 9. Antal svamparter i Sverige. Det totala antalet arter uppgår till cirka 10 000. De odlade svamparna (i diagrammet utgörs de av ett streck) är ett fåtal arter inom släktena *Agaricus*, (champinjon), *Pleurotus*, (ostronskivlingar) och *Lentinus* (shiitake).

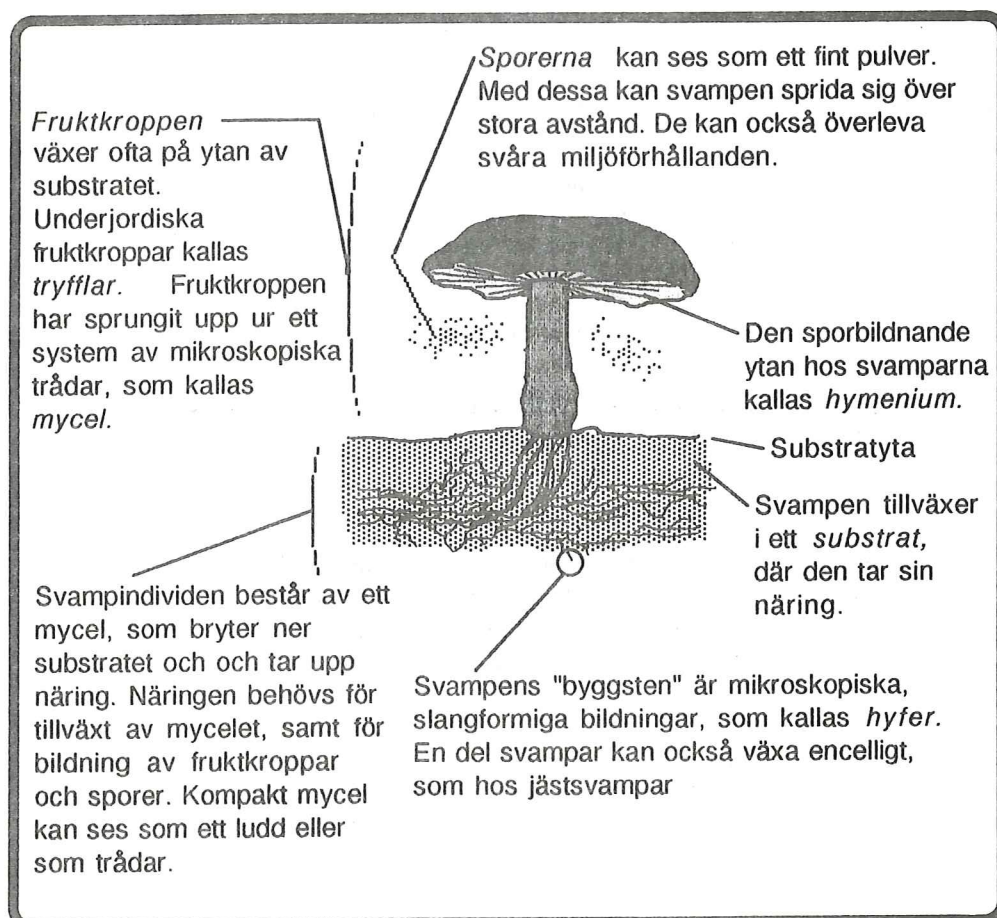
SAMMANFATTNING

- Svamparna bildar ett omfångsrik och mångformigt rike
- De mest betydelsefulla av de odlade svamparna hör till basidiesvamparna. I den gruppen återfinns också de flesta av storsvamparna.

SVAMPARNAS BYGGNAD OCH UTVECKLING

SVAMPENS OLIKA DELAR

De två viktigaste växtformerna inom svampriket är jästlik växt och trådlik, eller **filamentös**, växt. Storsvamparnas "byggstenar" har den senare formen. Trådarna kallas för **hyfer**. De kan se ut på olika sätt, men skillnaderna i utseende är inte så stora att svampen bildar några egentliga vävnader. Det sätt som hyferna tillväxer och tar upp näring på, för tankarna till encelliga mikroorganismer.



FIGUR 10. Svampens olika delar.

Svampar kan delas upp i en **vegetativ** och en **reproduktiv** del. Hyferna i den vegetativa delen bildar ett nätverk, som kallas **mycel**. Det koloniserar ett **substrat** och tar upp näring, som behövs för tillväxt och för bildningen av den reproduktiva delen. Den vegetativa delen utgör svampindividens bål (thallus).

I den **reproduktiva delen** sker den **sexuella förökningen**. Den resulterar i sporer, som kan spridas över stora avstånd till outnyttjade substrat. De är också ganska tåliga mot svåra miljöförhållanden, som exempelvis torka och höga temperaturer.

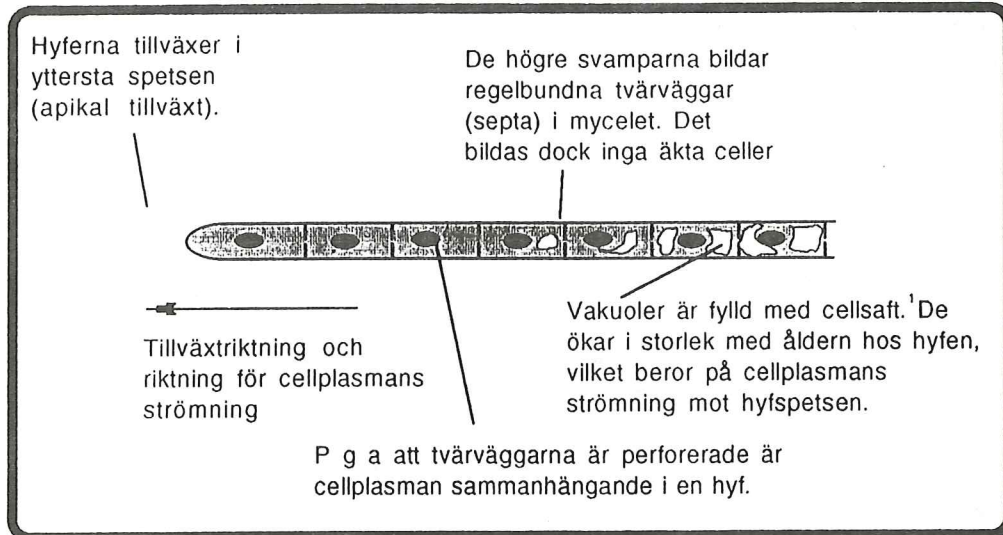
Sporer kan också bildas vegetativt direkt på mycelet (se kap "Vegetativ förökning").

Hos storsvamparna bildas de flesta sporer på **sexuell väg**. Det sker oftast i eller på särskilda strukturer, som kallas **fruktkroppar**, se FIGUR 10

SVAMPENS VEGETATIVA DELAR

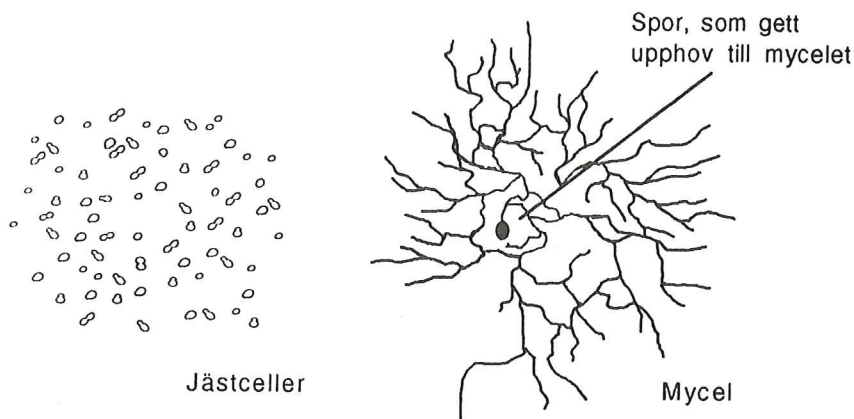
HYFERNAS BYGGNAD OCH TILLVÄXT

Hyferna är slangformiga mikroskopiska bildningar med några tusendels millimeters tjocklek. Genom grening och sammansmältning av hyfer bildas mycelet.



FIGUR 11. Hyf. I **cellsaften** är olika ämnen lösta, t ex salter, socker och enzymer.

Det är främst de unga delarna av hyferna som är aktiva. I en växande hyf bildas hela tiden ny **cellplasma**²⁹. När volymen cellplasma överstiger behoven för hyfen, så grenar den sig. På så sätt bildas nya hyfspetsar, och svampindividen tillväxer. Varje hyf utgör på så sätt ett slags enhet, liksom de enskilda cellerna i en koloni av jästceller.

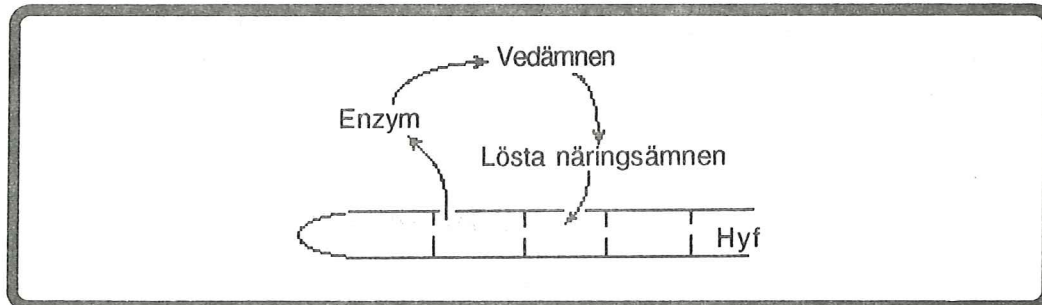


FIGUR 12. Mycelet kan ses som en koloni, som tillväxer med mängden hyfspetsar. Jämför med en koloni av t ex jästceller. Hyferna strävar efter att växa ifrån varandra mot kolonins gräns. Detta koncentriskä växtsätt kan lätt observeras vid laboratorieodling av mycel på syntetiskt substrat. Det visar sig också i de cirklar av fruktkroppar, som man kan se växa på gräsmattor, så kallade "häxringar".

²⁹ Cellplasma är allt som är inneslutet i cellen, förutom de strukturer som innehåller arvsanlagen (dvs cellkärnan).

UPPTAG AV NÄRING

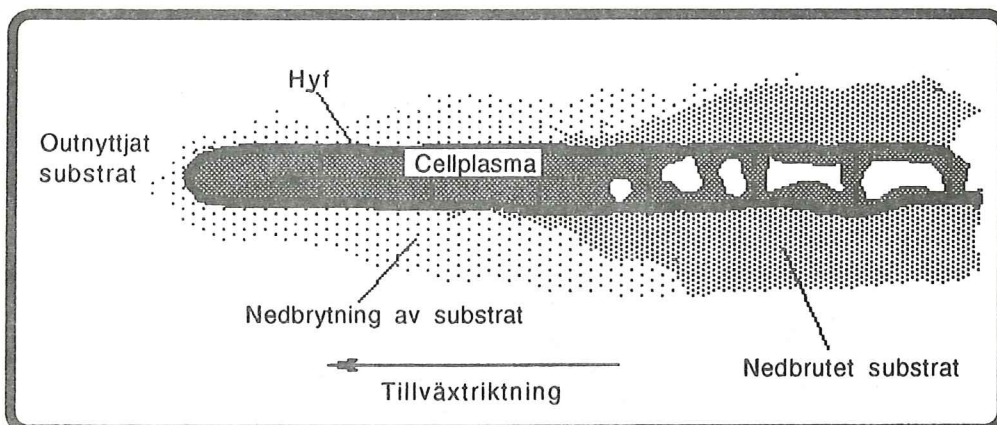
Svamparna kan inte inta fasta näringspartiklar, utan de absorberar lösta näringsämnen genom cellväggarna, se FIGUR 13.



FIGUR 13. Hyfen absorberar lösta näringsämnen. Svårslösliga näringsämnen spjälkas med hjälp av **enzymer**³⁰, varefter de i mer lättlöslig form kan tas upp av svampen.

Trots detta kan många svampar, bland dem de odlade matsvamparna, utnyttja svårtillgängliga näringsämnen, främst de som bygger upp växternas cellväggar. De utgörs huvudsakligen av **cellulosa**³¹ och **lignin**³². Dessa ämnen måste brytas ner i mindre beståndsdelar innan de kan tas upp av svampen. Det sker med hjälp av **extracellulära enzymer**³³, som utsöndras av svampen för att verka utanför dess celler. Bland svamparna är det endast de som saknar cellväggar, det vill säga slömsvamparna, som kan inta fasta näringspartiklar.

Sättet att ta upp näring förklarar svampars behov av fuktiga miljöer. Vatten behövs för transporten av näringsämnena och enzymerna utanför cellerna.



FIGUR 14. Den huvudsakliga orsaken till att svampen är mest aktiv i sina yngsta delar (hyfspetsarna), är att substratet blir uttömt på näring kring de äldre hyfdelarna. Hyforna måste därför fortlöpande växa in i "nytt" substrat, som inte nyttjats av svampen, och cellplasman i de äldre delarna av hyforna blir mindre aktiv. Hyforna växer därför in i nya zoner snabbare än de kan nybilda sin cellplasma.

³⁰ Enzymer är speciella proteiner, som styr kemiska reaktioner i eller utanför cellen.

³¹ Cellulosa är den huvudsakliga komponenten i växtfibrer. Molekylen är uppbyggd av sockermolekyler. Ved består av 50% cellulosa.

³² Lignin har en stagande funktion i cellväggarnas fibrer.

³³ Extracellulära enzymer är enzymer, som verkar utanför cellerna.

VARIATIONER I STRUKTUREN

Variationerna i hyfernas byggnad är relativt begränsade. Det finns dock en viss grad av variation utöver bildning av sporer. "Organ" kan bildas och få olika utseende beroende på hyfernas utseende, växtriktning, grening, närvaro av hålrum mellan hyferna och utsöndring av slem. Hyfernas ändceller kan ha olika funktion och form, och kan därmed skapa olika karaktärer hos fruktkroppens yta. En viktig typ av ändceller hos basidiesvamparna är *basidierna*. På dessa celler bildas sporer.

BILDNING AV SVAMPVÄVNAD

Vid förändrade miljöförhållanden kan mycelet ändra karaktär. Exempel på sådana stressfaktorer är förändrade näringsförhållanden, temperaturförändringar, ändrade näringsförhållanden och ljus.

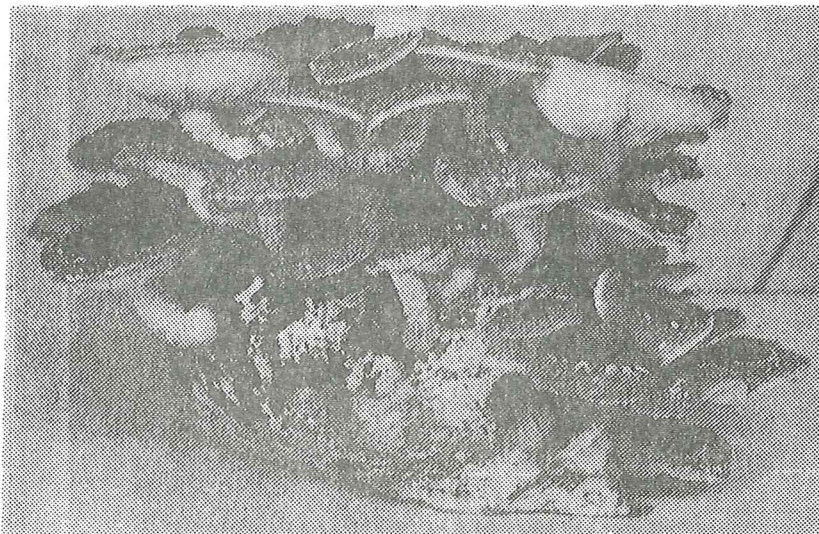
Störningen leder till att hyferna upphör att tillväxa. Därefter kan hyferna fortsätta att växa normalt, eller också så uppstår en förgretningsprocess, som ger upphov till knölar, klumpar eller mattor av tätt sammanvävda hyfer. Dessa bildningar kan i vissa fall vidareutvecklas till fruktkroppar.

På detta sätt kan hyferna modifieras till enheter i en vävnadsstruktur. Förutom yttre påverkan, kan signalsubstanser initiera och upprätthålla tillväxten av svampvävnaden.

Stress är alltså en utlösande faktor till fruktkroppsbildningen hos storsvamparna. På så sätt ökar svampen sin chans att överleva i en osäker eller ogynnsam miljö.

VEGETATIVA VÄVNADSBILDNINGAR

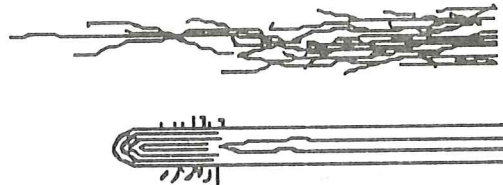
En del svampar bildar *sklerotier*. De är hårda, tåliga bildningar i form av knölar eller mycelmattor av varierande storlek med inblandning av pigmenterade celler. Pigmenteringen tros ha en skyddande funktion. Sklerotierna kan fungera som upplag för näring, de kan skydda mycelet mot den omgivande miljön, och de kan överleva svåra klimatförhållanden. Efter en tid av vila eller mognad kan sklerotierna ge upphov till nytt mycel. De kan också tjäna som "grogrund" för fruktkroppar, se FIGUR 15.



FIGUR 15. Försöksodling av SHIITAKE vid Röbbäcksdalen. Fruktkroppar på brunfärgat substrat.
Foto:E.Bååth

Sammanmältning av olika hyfer underlättar för näringstransporter mellan mycelelets olika delar. En del svampar kan transportera näring genom sitt mycel från äldre delar till yngre. Vissa svampar bildar speciella strukturer för näringstransport.

En sådan struktur är **mycelsträngar**. De uppstår genom att hyferna och deras grenar växer parallellt. En förklaring till detta växtsätt är att när substratet blir näringsfattigt, så strävar hyferna efter det mer näringsrika området kring hyferna, varför de börjar växa parallellt. Strängen förstärks genom att hyfer växer ihop och slem utsöndras. När strängen når en näringsrikare miljö igen, så upplöses den, eftersom hyfernas normala växtsätt är att avlägsna sig från varandra.



FIGUR 16. Mycelsträng och rhizomorf.

Mycelsträngar möjliggör alltså för svampen att överbrygga näringsfattiga miljöer. De bildas ofta som näringstransportörer vid den näringskrävande fruktkroppsbildningen hos exempelvis champinjoner.

Rhizomorfer är betydligt mer specialiserade bildningar. De är repliknande knippen av parallellt växande hyfer. När hyferna grenar sig, så sker det koordinerat. Resultatet blir att hela rhizomorfen grenar sig.

En rhizomorf kan bli flera meter lång och växa genom näringsfattig miljö, förutsatt att den är fuktig och att den växer från en näringsrik miljö, varifrån den kan få sin näring. Honungsskivlingen, *Armillaria mellea*, som är en fruktad trädparasit, sprider sig med hjälp av rhizomorfer.

PARKÄRNMYCEL

Vid sexuell förökning kombineras arvsanlagen från två individer, vilket resulterar i en ny individ med nya egenskaper. Hos lägre svampar möjliggörs den sexuella förökningen genom sammansmältning av speciella organ. Hos en del sporsäcksvamparna föregås sexuell förökning av sammansmältning av vegetativa hyfer. Då sker ett utbyte av cellkärnor, vilka innehåller arvsanlagen. Många av basidiesvamparna har övergivit de speciella organen helt och förlitar sig enbart på sammansmältning av vegetativa hyfer.

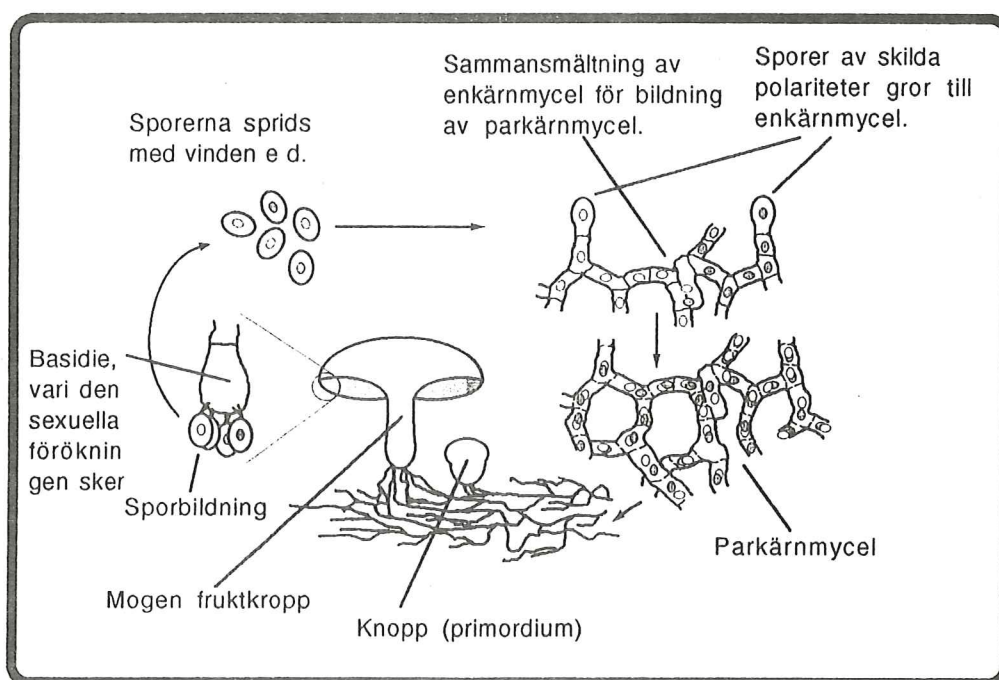
För att sammansmältningen ska kunna ske måste hyferna vara av olika **polaritet**. Hos svampar är det svårt att tala om olika "kön". Basidiesvampar kan nämligen ha fler än två sådana och de olika könen skiljer sig inte åt i utseende.

De mycel som ska sammansmälta har grott från sporer. Det vanliga är att var och ett av dessa mycel innehåller cellkärnor av en polaritet och därmed är sterila. Vid sammansmältningen utbyter de båda mycelen cellkärnor, och de fortsätter att tillväxa som ett **parkärnmycel**. Detta mycel är inte sterilt, utan kan bilda fruktkroppar, vari den sexuella förökningen sker (se kap "Hymeniet och bildning av sporer"). Det är parkärnmycelet som står för svampens etablering i substratet och som tar upp näring för fruktkroppsbildningen.

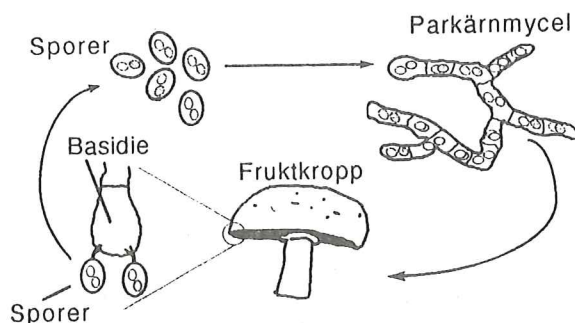
De svampar som har en sådan livscykel sägs vara **heterothalliska**³⁴, se FIGUR 18, till skillnad från en **homothallisk**³⁵ livscykel, se FIGUR 19, som innebär att sporerna gror till ett mycel, som direkt kan ge upphov till fruktkroppar.



FIGUR 17: Groende spor.



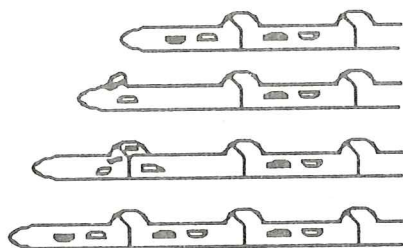
FIGUR 18. Den vanligaste sexuella livscykeln hos hattsvamparna.



FIGUR 19. Trädgårdschampinjon, *Agaricus bisporus*, har en ovanligare typ av livscykel. Sporerne gror till ett mycel, som innehåller två typer av cellkärnor

³⁴ Heterothallisk (=ollikartade bålar): bildar enkärnmycel med skilda polariteter, se FIGUR 18.

³⁵ Homothallisk Innebär att svampen endast har en typ av bål (thallus) genom hela livscykeln, se FIGUR 19.



FIGUR 20. Bildning av söljor.

Hos basidiesvamparna förekommer ofta **söljor**. De är utväxter på mycelet, som avviker från dess normala sätt att växa. Hyfgrenar bildas strax bakom tvärväggarna och pekar snett framåt, medan söljorna växer ut framför tvärväggarna och förenas med den bakomvarande cellen. Deras funktion kan vara att fördela cellkärnorna jämnt i mycelet, men många basidiesvampar har inga söljor och uppvisar ändå en ordnad spridning av cellkärnor. Förekomsten av söljor kan vara en hjälp vid bestämning av vissa basidiesvampar.

VEGETATIV FÖRÖKNING

Ett exempel på vegetativ förökning är avknoppningen hos jästceller. Filamentösa svampar kan förökas vegetativt i laboratorieodlingar genom att placera hyf- eller mycelbitar i ett lämpligt substrat. Vegetativ, eller **asexuell**³⁶, förökning kan också ske naturligt hos de högre svamparna genom **asexuell bildning av sporer**. Detta är dock betydligt vanligare hos de lägre svamparna.

Vid vegetativ förökning sker sålunda ingen överföring av genetiskt material mellan två individer, som vid sexuell förökning. Avkomman får därför samma egenskaper som "föräldern".

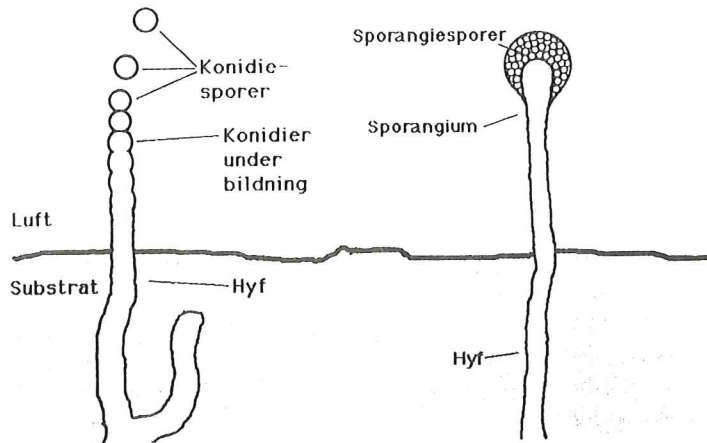
Asexuellt bildade sporer

De flesta av basidiesvamparna utvecklar inte asexuellt bildade sporer. Vissa av dem bildar dock sådana sporer på liknande sätt som sporsäcksvampar gör, nämligen **konidier**, se FIGUR 21 på nästa sida. De bildas som knoppar på hyfer eller specialiserade hyfgrenar. Det finns ett flertal faktorer som påverkar utvecklingen av sporer. Syretillgången har stor betydelse för utvecklingen av konidier. De bildas när hyfer växer ut från substratet ut i luften.

Klamydosporer bildas i åldrat mycel genom att cellplasma samlas i en cell och en tjockväggig, pigmenterad vilspor bildas. De kan också bildas genom att en konidie blir tjockväggig.

Hos lägre svampar bildas **sporanglier**, se FIGUR 21 på nästa sida. Dessa frigör **sporangiesporer**.

³⁶ Asexuell=icke sexuell, vegetativ.



FIGUR 21. Konidier och sporangier bildas när hyfer växer ut från substratet ut i luften. Konidier kan bildas hos basidiesvampar och sporsäcksvampar. Sporangier bildas hos lägre svampar, t ex en del mögelsvampar.

Vegetativa sporer bildas hos många svampar. Det är vanligt att de bildas i stort antal för spridning. Hos dessa svampar bildas ofta sporer på sexuell väg för överlevnad av svåra miljöförhållanden. Dessa bildas i mindre omfattning, men är samtidigt tåligare. Den sexuella aktiviteten gör att dessa sporer också rymmer större möjligheter för anpassning till nya förhållanden.

Många basidiesvampar har upphört med att bilda sporer på asexuell väg eller bildar dem endast i begränsad omfattning. Hos dem syftar de sexuellt bildade sporer på både till spridning och överlevnad.

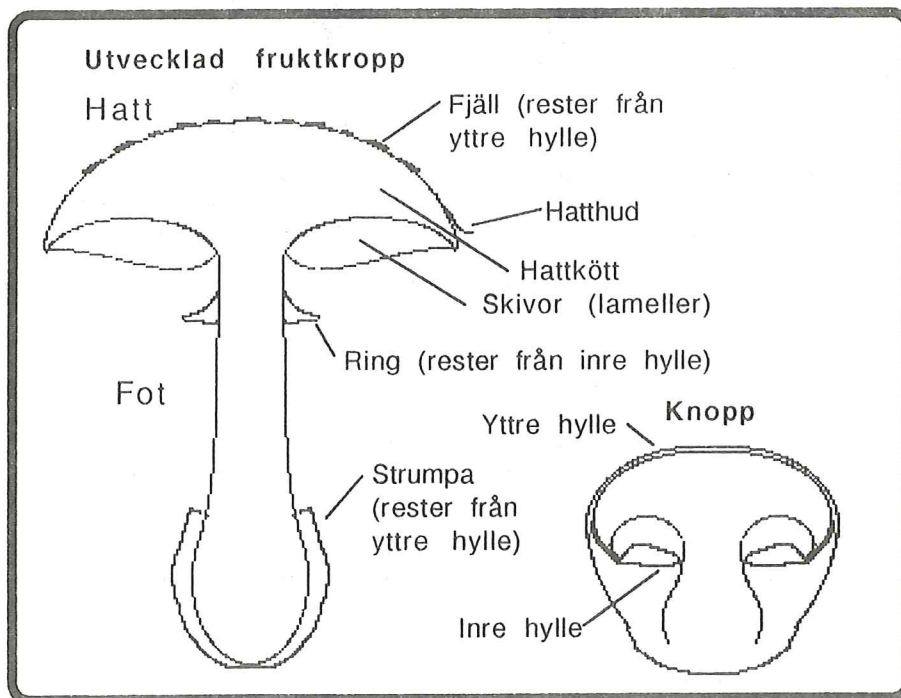
DEN REPRODUKTIVA DELEN

FRUKTKROPPENS UTVECKLING

Vid tiden för fruktkroppsbyggnaden avtar mycelets tillväxt. Dess uppgift är då att ta upp näring från substratet till fruktkropparnas utveckling.

Fruktkroppar bildas genom att hyferna förgrenas kraftigt och en knöl bildas, som växer i diameter. Mycelsträngar eller sklerotier kan tjäna som underlag, både fysiskt och näringsmässigt, för fruktkroppsbyggnaden. När knölen är ärtstor, bildas fruktkroppens olika delar. Fotens hyfer växer i huvudsak parallellt och hattens hyfer växer i huvudsak radiellt. När fruktkroppen nått en viss storlek, hos champinjoner cirka 2 cm, är de olika delarna i fruktkroppen färdigbildade. Hyferna har uppnått sin slutliga orientering och celledelningen avtar. Ytterligare tillväxt av fruktkroppen sker genom att hyfcellerna förlängs och hålrummen mellan cellerna expanderar. I motsats till hyferna i mycelet, så utvidgas cellerna i fruktkroppen även på bredden. Under fruktkroppens åldrande blir hyfernas orientering allt mer oordnad.

FRUKTKROPPENS BYGGNAD



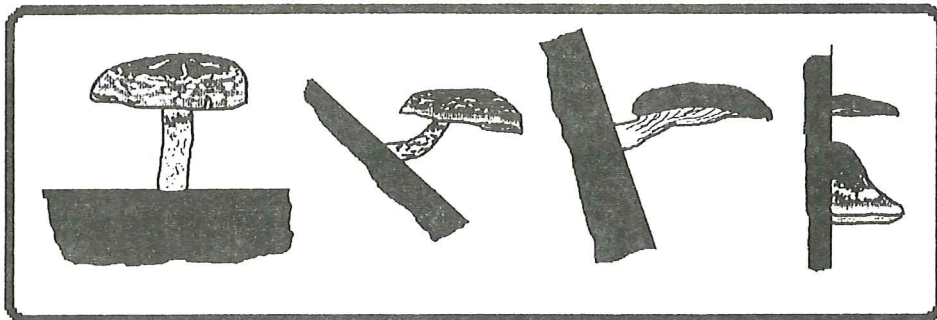
FIGUR 22. Fruktkroppens synliga delar. Alla svampar utvecklar inte hyllan. Shiitake bildar inget yttre hylle, utan endast ett slags inre hylle, som täcker lamellerna. Det kan ses som en tunn, trådig hinna. Champinjonen har ett välutvecklat inre hylle. På ostronskivlingarna syns inga hyllan.

Foten

Foten höjer hatten över substratet. Det underlättar spridningen av sporer. Hos ätliga svampar med tjocka fötter är den ofta smaklig och har en jämn struktur. Smala fötter är ofta hårda, trådiga och med åldern ihåliga. Trädlevande svampar kan ha tjocka fötter, men dessa kan då ofta vara trådiga och hårda, särskilt hos äldre exemplar, t ex hos shiitake och ostronskivling.

Foten och hatten kan mer eller mindre vara täckt av mycelludd. Mängden mycelludd kan påverkas av olika miljöfaktorer och av fruktkroppens ålder. Utstående hyfspetsar kan ha ett arttypiskt utseende. Sådana ändceller kallas *cystidier* och kan producera ett slem hos en del svamparter. Detta kan torka in och göra fotens yta blank.

Foten kan utsmyckas med rester från *hyllan*, som skyddat svampen under mognaden. De kan vara mer eller mindre tydliga och kan även senare växa samman med foten. Ringen hos champinjoner är en rest från ett hylle, som täcker hymeniet hos den unga fruktkroppen. Det bildar en skyddad miljö för sporer att mogna i. Strumpan hos flugsvampar är en rest av ett yttre hylle.

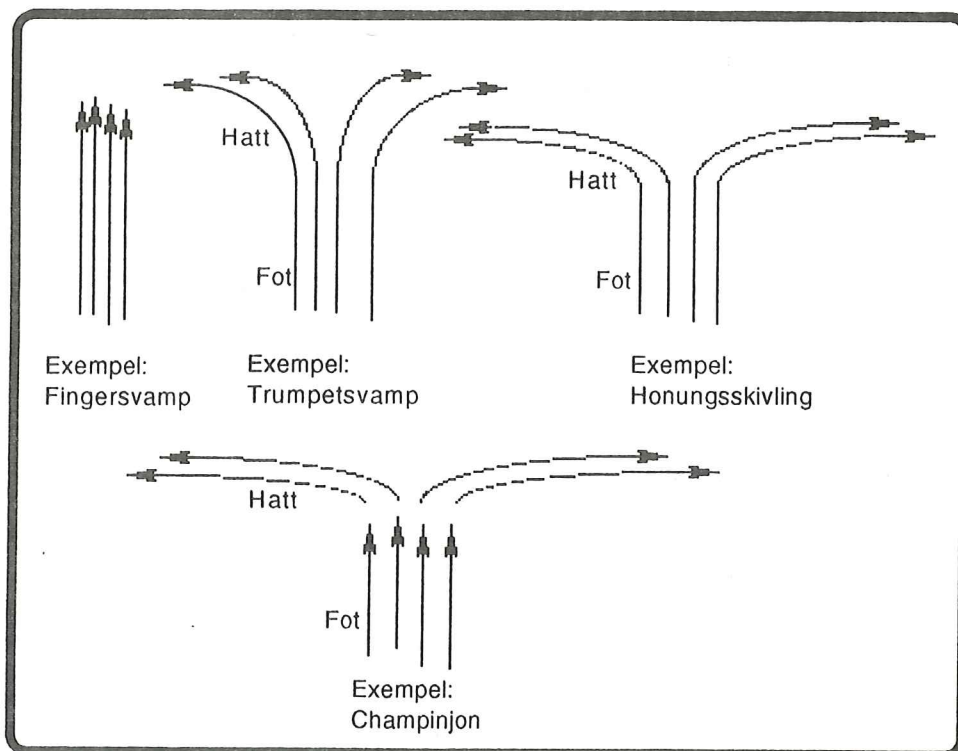


FIGUR 23. Foten är vanligen centrerad, men hos vissa arter är den mer eller mindre sidoställd. Hos en del svampar kan foten saknas helt och hatten är då direkt fästad vid underlaget. Detta är vanligt hos tickor. Ibland kan foten vara centrerad eller ha varierande grad av sidoställdhet hos samma art, beroende på svampens placering på substratet. Detta är fallet hos shiitake och ostronskivling.

Hatten

Hatten består av två delar: kött (*trama*) och hatthud (*cortex*). Hyferna växer i huvudsak radiellt från foten till hattkanten, men orienteringen tenderar att bli allt mer oordnad ju äldre fruktkroppen är

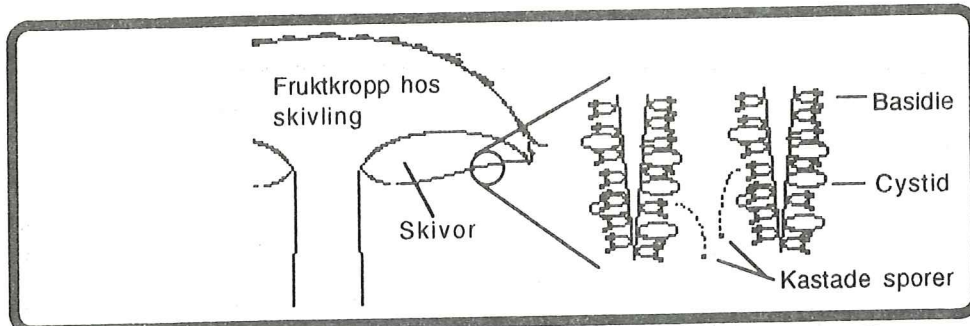
Hatthuden kan vara torr eller slemmig, slät eller hårig. Rester av hyllen kan bilda fjäll på hatten.



FIGUR 24. Mycelet löper i huvudsak vertikalt i foten. Hatten har utvecklats som en sidoexpansion upptill på foten, från klubbliknande eller fingerlika bildningar, som hos fingersvampar, till en väl utbildad hatt, som lätt lossas från foten, t ex hos champinjoner.

HYMENIUM OCH BILDNING AV SPORER

De sporbildande organen bildar en matta, som kallas **hymenium**. Hos basidiesvamparna kan hymeniet bilda skivor (skivlingar), rör (rörsvampar, bland annat soppar), taggar (taggsvampar) med mera. Veckningen av hymeniet ökar den sporbildande ytan.



FIGUR 25. Tvärsnitt av fruktkropp. Skivorna är täckta med ett *hymenium*, som till största delen består av basidier. *Cystidier* är sterila ändceller, som bland annat kan förekomma i hymeniet. **Basidiesporerna**³⁷ frigörs med kraft, för att de ska kunna falla fritt mellan skivorna.

De odlade svamparna är till övervägande del skivlingar. Skivorna är en utväxt från hattköttet. De sträcker sig från hattens kant ner till eller på foten. Mellan skivorna kan det förekomma tvärribbor. En utveckling av dessa kan ha gett upphov till rören hos rörsvamparna.

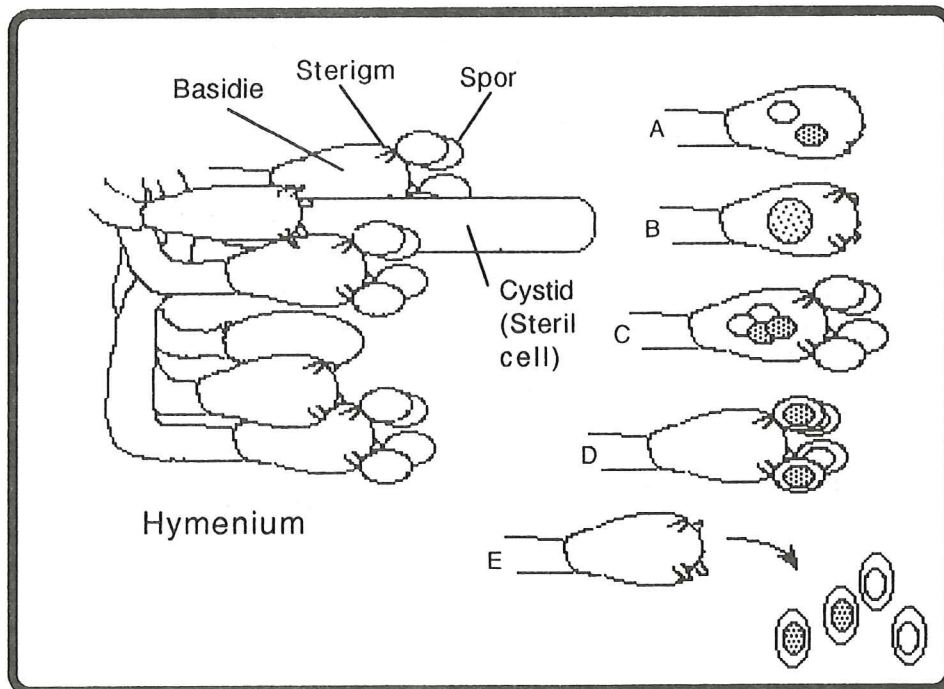


FIGUR 26. Hos sporsäcksvamparna består hymeniet av sporsäckar, *asci* (sing. *ascus*), i stället för basidier. Vanligen bildas åtta sporer i varje sporsäck. Frigivningen av sporer (i pilens riktning) hos skålsvampar och murklor sker med kraft och kan ses som små rökpuffar.

³⁷ De sporer, som basidiesvamparna bildar på sina basidier, kallas basidiesporer.

Hos basidiesvampar består hymeniet av **basidier**, som är klubbliknande ändceller. I dessa basidier sker den könliga förökningen, som följs av att de nybildade cellkärnorna vandrar ut i vanligen fyra utskott, **sterigmer**, på basidiet. På vart och ett av dessa utskott bildas en spor.

Hos många svampar finns ändceller av avvikande utseende bland basidierna. Dessa hymeniala cystidier kan ha utvecklats på ett sätt, som är nära förknippat med basidiernas utveckling.



FIGUR 27. Bilden till vänster visar hur hymeniet utgörs av ett lager av basidier. Till höger syns den sexuella förökning i basidiet, som föregår sporbildningen. A. Protoplastbasidie. B. Kärnorna smälter samman och generna omkombineras (sexuell förökning). C. Efter delning av cellkärnan bildas vanligtvis fyra kärnor. D. De nya kärnorna vandrar ut genom sterigmerna till sporer. E: Sporer kastas. Sporer och kärnor av skilda polariteter (kön) skiljer sig inte ifrån varandra utseendemässigt, men har här rasterats för åskådliggörelse.

Hos basidiesvamparna bygger klassificeringen till stor del på basidiets utseende. Dessa är vanligen encelliga (holobasidier), men det finns även basidier med tvärväggar (heterobasidier). Till de senare hör gelésvampar, *Auriculariales* och *Tremellales*, och rostsvampar, *Uredinales*.

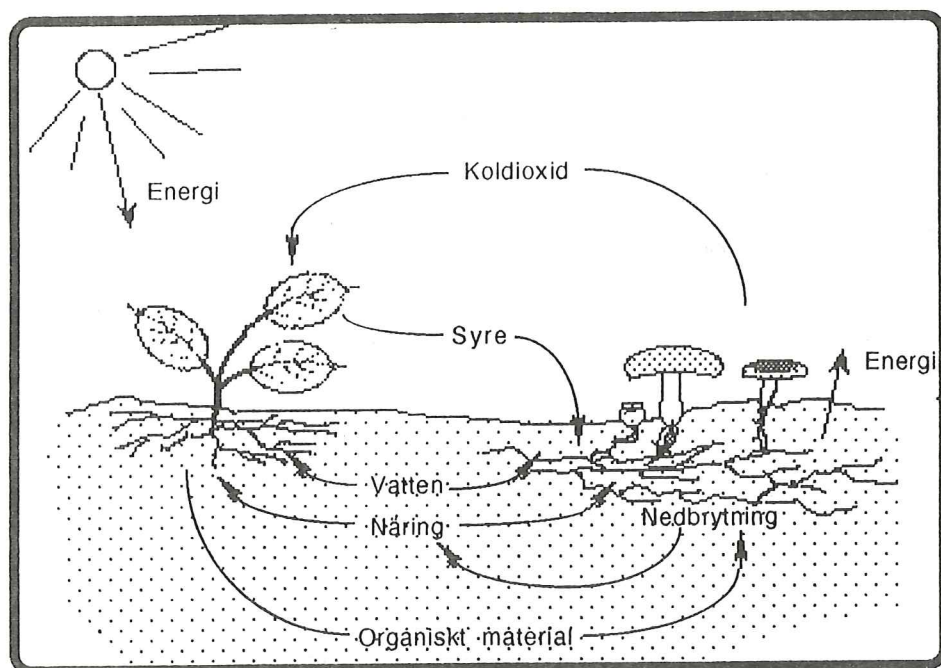
Även sporer är viktiga vid artbestämningen. Färg, form, storlek, ornamentering och reaktion på olika kemikalier är viktiga karaktärer.

SAMMANFATTNING

- Mycelet är svampens näringsupptagande del. Det består av slangformiga mikroskopiska trådar, som kallas hyfer.
- Svampen förökar sig med sporer. I fruktkroppen bildas de på sexuell väg, men sporer kan också bildas vegetativt på mycelet.
- Vanligen har storsvampar två typer av mycel, varav det ena gror från sporer och det andra bildas genom sammansmältning av två mycel. Från detta senare mycel växer fruktkropparna fram.
- Fruktkroppen är en bildning, som underlättar spridningen av sporer.
- Den sporgivande ytan kallas hymenium. Den är ofta veckad, vilket ökar den sporgivande ytan.

EKOLOGI

En av de utmärkande egenskaperna hos svampar är att de saknar **fotosyntetiserande färgpigment**. De kan alltså inte som växterna tillgodogöra sig luftens koldioxid för produktion av **kolhydrater**. Därför måste de leva på **organiskt material**, som de tar från sin närmaste omgivning.



FIGUR 28. Svamparna fyller en viktig funktion i naturen i egenskap av nedbrytare.

Variationsrikedomen är stor inom svampriket, eftersom det finns en stor mängd olika organiska material. En del arter är specialiserade på en typ av material, medan andra kan utnyttja en stor mängd olika organiska material. Det finns tre sätt som svamparna kan tillgodogöra sig näring på. De kan vara *saprophyter*, *parasiter* eller *symbionter*. Oftast har svamparna inte renodlade sådana egenskaper. En saprofyt har ofta inslag av parasitism eller symbios i sitt levnadssätt. Vad innebär dessa termer?

PARASITER

En del svampar är **parasiter**. Det innebär att de erhåller näring från levande organismer. Det finns parasitsvampar som kan ställa till med stor skada för människan, till exempel sådana som växer på träd och jordbruksgrödor.

En fascinerande grupp bland svamparna är ostronskivlingarna. De kan erhålla kväveföreningar genom att bedöva **nematoder**³⁸, som hyferna sedan växer in i och bryter ner.

³⁸ Nematoder (rundmaskar) är små maskar, som finns i stor mängd i bl a fuktig jord. De kan utgöra en väsentlig del i näringskedjan, och många lever också parasitiskt på växter och djur

SAPROFYTER

De som är **saprophyter** får sin energi genom att bryta ner dött organiskt material. De saprofytiska svamparna har tillsammans med bakterierna en stor ekologisk betydelse för livet på jorden. Genom att bryta ner dött trä, dynga, djurrester och andra organiska material i naturen, gör de näringsämnen, som är bundna i de organiska materialen, tillgängliga för växter och djur igen. Lättlösliga ämnen, som annars skulle lakas ur jorden, binds av mikroorganismerna i deras strukturer och i de **humussyror**³⁹ som bildas under nedbrytningen. Men de saprofytiska svamparna kan också förstöra lagrade livsmedel, orsaka röta i hus, eller förstöra tryckimpregnerat trä.

SYMBIONTER - MYKORRHIZASVAMPAR OCH LAVAR

Ännu en metod är att utbyta näring med andra organismer. När olika organismer drar en ömsesidig nytta av varandra i fråga om näring och skydd mot ogynnsamma miljöförhållanden, kallas det att de lever i **symbios**. Många av storsvamparna lever i en betydelsefull symbios med skogens träd i form av "svamprot", **mykorrhiza**. Svampen erhåller kolhydrater från trädet, och trädet erhåller kväve- och fosforföreningar från svampen. Genom denna samverkan ökar de varandras näringsupptagande yta.

Lavarna består av en svampkomponent och en algkomponent. Svampen bildar ett skydd för algerna, som i sin tur försör svampen med organiskt material, som bildats genom fotosyntes. På så sätt kan lavarna kolonisera mycket ogästvänliga miljöer, till exempel stenytor.

SUCCESSION

I döda växtdelar sker en **biologisk succession** av främst mikroorganismer och svampar, men även insekter, maskar och gnagare deltar i nedbrytningen. Det är dock mikroorganismerna som främst svarar för nedbrytningen, och det är de som är intressanta ur svampodlingssynpunkt.

Olika typer av mikroorganismer avlöser varandra efter de förändrade närings- och miljöförhållandena i materialet.

Det som allra först blir föremål för nedbrytning är lättnedbrytbara ämnen. De utnyttjas främst av bakterier och jästsvampar, som etablerar sig snabbt. Basidiesvamparna tar vid när nedbrytningen är i sitt slutskede. De kan bryta ner de sammansatta ämnen, såsom cellulosa och lignin, som inte de första mikroorganismerna i successionen klarar av.

Det här är dock en mycket förenklad beskrivning. Miljön i substratet är mycket komplicerad. Det blir en komplex kemisk miljö med en blandning av enzymer och nedbrytningsprodukter, som bildats av olika mikroorganismer. Dessutom kan lättnedbrytbara ämnen vara svåråtkomliga genom kemiska bindningar eller genom kompakta partiklar i materialet. Parallellt med dessa processer sker också en nedbrytning av döda mikroorganismer. Det inträffar även kemiska reaktioner utan inblandning av mikroorganismer.

Nedbrytningen leder till att materialet blir allt mer homogent, allt eftersom de olika ämnena i det bryts ner. På detta sätt bildas **humus**. Det är svårnedbrytbara föreningar, där ursprunget inte längre kan skönjas i strukturen. Mineral binds till dessa föreningar, bland annat i form av salter av humussyror. En stor del av ursprungsmaterialet har förbrukats vid mikroorganismernas andning och avgått i form av koldioxid och andra lättflyktiga ämnen.

³⁹ Humussyror bildas när organiskt material bryts ner.

NÄRINGSKRAV

Som nämnts ovan, har svampar inga fotosyntetiserande färgpigment. Svampen måste bryta ner ämnena i omgivningen för att tillgodogöra sig energi och byggstenar för livsprocesserna. Svamparna har relativt låga näringskrav, eftersom de själva kan bilda många av de ämnena de behöver.

Basidiesvampar bildar ofta en mängd små fruktkroppar, som dock inte alla utvecklas, utan en del, ibland många, skrumprar. Det kan bero på näringsbrist i substratet. Huvudsakligen tas näringen till de växande fruktkropparna direkt från substratet och erhålls inte i lika hög grad från näringslager i själva myceliet.

"Skelettet" hos näringsämnena utgörs av kolatomer. Eftersom svampen inte kan tillgodogöra sig luftens koldioxid, så tar den upp lösta organiska ämnena. Många svampar, bland annat de odlade matsvamparna, kan dessutom frigöra enzymer, som bryter ner molekyler som är för stora för svampen att ta upp.

Kolet används för att bygga upp fetter, kolhydrater, och proteiner, som ingår i cellmembranen och cellväggarna, och nukleinsyror, som ingår i arvsmassan. Typiska kolkällor är socker, stärkelse, aminosyror, proteiner, hemicellulosa, cellulosa och lignin. Svampar har lättast att utnyttja socker som kolkälla, vilket ger snabb tillväxt. I matsvampodling gynnar det också mögelsvampar, varför man utnyttjar de odlade matsvamparnas förmåga att bryta ner mer svårnedbrytbara ämnena, främst cellulosa och lignin.

Den andra viktiga beståndsdel, som måste finnas i substratet, är kväve. Det är nödvändigt i proteinernas aminosyror och i det kvävehaltiga **kitinet**⁴⁰.

För de odlade svamparna är nitrat ofta en olämplig kvävekälla. Ammoniumsalter är däremot utmärkta, och de som kan utnyttja dessa, kan också använda organiskt bundet kväve som kvävekälla, i form av protein och bundet till humusämnena. Det organiskt bundna kvävet brukar föredras vid svampodling.

Svampar behöver också tillgång till olika mineral. Svampar behöver generellt tillgång till kalium, magnesium, svavel och fosfor, men även andra spårelement kan gynna tillväxten hos svampen.

Vissa svampar har speciella näringskrav för ämnena de inte kan bilda själva. Det gäller vissa svampars vitaminbehov. Vanligen är vissa B-vitaminer nödvändiga för dessa svampar.

SUBSTRATETS STRUKTUR

Strukturen i substratet är viktigt för tillväxthastigheten hos svampen. Snabbast tillväxer hyferna utesluter fibrerna i substratet. Om fiberstrukturen bryts, till exempel genom hackning eller malning, sker en snabbare genomväxt av substratets alla delar. En lucker struktur underlättar för andningen, men hålrum i substratet kostar energi att överbrygga. Kompakta partiklar kan utgöra en "fristad" för konkurrerande organismer.

ÖVRIGA EGENSKAPER HOS SUBSTRATET

Som nämnts tidigare, så är fukthalten av väsentlig betydelse. För mycket fukt kväver svampen, medan för lite förhindrar en effektiv näringstransport och riskerar att torka ut svampen. Dessutom krävs höga fukthalter vid fruktkroppsbildningen, eftersom vattnet i

⁴⁰ Kitin Kvävehaltigt cellulosaliknande ämne

fruktkroppen huvudsakligen kommer från substratet. 45-80% vattenhalt brukar ge en god tillväxt.

Substratets pH⁴¹ är viktigt. pH-värdet har stor betydelse vid kemiska reaktioner, inte minst för enzymernas aktivitet. Vanligen trivs svampar vid neutrala (pH=7) till något lägre pH-värden (d v s något surare).

KLIMAT

En hög luftfuktighet förhindrar att substratet torkar ut, men är den för hög, gynnas även tillväxt av bakterier och mögelsvampar.

Svampar tål låga temperaturer bra. Shiitakemycel har observerats överleva -19°C. Däremot är toleransen mot högre temperaturer dålig hos de odlade matsvamparna. I regel dör mycelet ganska snabbt vid 45°C och kan skadas vid 35°C. Vanligen sker en god tillväxt vid 20-30°C, med extremvärden vid 0-35°C. Fruktkroppsbildningen inträffar i regel vid lägre temperaturer, 10-20°C, med extremer vid 0-30°C.

Olika gaser har stor betydelse för svampens tillväxt, främst syre och koldioxid. Vissa lättflyktiga ämnen, till exempel ammoniak, som bildas under nedbrytning av kompostmaterial, kan hämma svampens tillväxt. Det är därför en fördel om de kan ventileras bort.

SVAMPENS OLIKA MILJÖKRAV

De odlade svamparnas myceltillväxt gynnas av ett stabilt klimat. Ofta har koldioxid en stimulerande effekt på myceltillväxten, men samtidigt krävs också en god tillgång på syre. Det är även viktigt att restprodukter från svampens omsättning vädras bort.

Fruktkroppsbildningen stimuleras av förändrande miljöförhållanden, som exempelvis lägre temperatur, högre fukthalt i substrat och luft, och ökad luftväxling⁴². Ofta spelar också ljuset en viktig roll för fruktkroppsbildningen. Man kan säga att bildningen av fruktkroppar stimuleras av förhållanden som liknar vår- eller höstklimat. Andra faktorer som kan vara viktiga är näringstillgång, närvaro av vissa ämnen och organismer (till exempel mögelsvampar och bakterier), samt mycelets ålder.

SAMMANFATTNING

- Svampar tar all näring de behöver från det substrat de växer på.
 - De flesta bryter ner dött organiskt material, vilket är en viktig funktion i naturen.
 - Många svampar har ett visst vitaminbehov.
 - Generellt har svampar lättare att överleva låga temperaturer än höga.
- De odlade matsvamparna kan tillväxa i intervallet 0-35°C, men 15-25 °C är effektivast
- När växter och djur dör vidtar en ekologisk succession, varvid olika organismsamhällen avlöser varandra, allteftersom förutsättningarna i materialet förändras. Detta förhållande kan utnyttjas vid odling av matsvampar.

⁴¹ pH är ett mått på surhetsgraden (vätejonskoncentrationen) i en vätska. Kemiskt rent vatten anses neutralt (pH=7). En basisk lösning har högre pH (lägre vätejonskoncentration), och vice versa.

⁴² Ökad luftväxling och ökad fukthalt i substratet får till effekt att det lättlösliga koldioxiden vädras bort. Den ökade fukten gör substratet mindre tillgängligt för syre, som är svårslösligt i vatten. Därvid uppstår gradienter mellan luft och substrat, som stimulerar bildningen av fruktkroppar.

ODLING AV MATSVAMPAR

ODLINGSHISTORIA

Bruket av svamp har gamla anor. Det är främst behovet av att säkra tillgången på matsvamp som har lett till en utveckling av odlingstekniken.

I Ostasien ansågs vissa svampar vara hälsobringande och användes inom folkmedicinen. Särskilt i Kina har svampodlingen gamla anor. Odlingen av de flesta svampar härstammar från Kina. Champinjoner odlades dock ursprungligen i Europa.

Vissa gelésvampar är mycket populära som mat och hälsobringande medel i Kina och anses vara den äldst odlade svampen. Primitiv odling påstås skett i Kina omkring 600 e Kr, nästan 1000 år efter den äldsta bevarade dokumentationen av svampen.

En av de tidiga odlade svamparna i Ostasien, *shiitake*, *Lentinus edodes*, har en stor geografisk utbredning men är ganska sällsynt i naturen. Den har gamla anor som välsmakande och välgörande medel. Shiitake började odlas i Kina på 1100-talet men då hade den förmodligen rönt uppskattning sedan länge. Det finns en 1800 år gammal dokumentation om shiitake i Japan. Odlingen av shiitake nådde inte Japan förrän 1500-1600-talen.

Odling är kanske lite mycket sagt. Tekniken var mycket enkel och bestod dels i förbättring av miljön för svamparna och användning av vissa rutiner som visat sig framgångsrika. Odlingen skedde på friland och utan någon djupare kunskap om svamparnas natur. Stockar släpades samman och nya stockar fick bli "infekterade" av den önskade svampen på naturlig väg. Metoden förbättrades genom att odlarna gjorde skårar i barken, vilket underlättade för sporer att börja gro och växa ut i stocken.

Sporemulsion började så småningom att användas i medvetet syfte att ympa stockar med svamp. Lösningen hälldes över stockarna eller i hugg i barken. Det måste ha inneburit ett stort steg framåt och minskat den hasardartade prägeln på odlingen.

Lagstadgade och rituella begränsningar i köttdieten har ökat efterfrågan på svampar i Europa och Sovjetunionen, liksom även matbrist. I det antika romarriket instiftades emellanåt bestämmelser mot romarnas förkärlek till god mat, i synnerhet köttätter. Därför utvecklades en kokkonst för vegetabilier och svampar, som alltså uppenbarligen inte räknades till djurriket. Svamparna uppskattades mycket inom kokkonsten och svamprätterna tillagades i särskilda kokkärl, som inte fick användas till andra rätter. Kan detta vara bakgrunden till en gammal tradition att odla "Aegerita" hos farmare i vissa delar av Frankrike och Italien? Skivor av trä från poppelsläktet skrubbas med torra fruktkroppar av en tofsskivling, *Pholiota aegerita*. Därmed kontamineras träet med sporer av önskat slag. Träbitarna placeras sedan i jorden och täcks med ett mullager. Om vädret är gynnsamt, kan de första fruktkropparna komma efter 2-3 månader.

Den verkliga framgången inom svampodlingen anade sin början med det allt populärare modet att odla bland annat melon i varmdrivbänkar. Det visade sig att champinjoner trivdes mycket bra i drivbänkarna. Den första odlingen dateras till mitten av 1600-talet. Redan under 1700-talet började den nya svampodlingen spridas här och var i Europa. Framförallt var det i det franska köket som den färska svampen kom att efterfrågas året runt. Utvecklingen hjälptes också av den goda tillgången på grottor, gruvor och katakomber i och omkring Paris. De här billiga lokalerna hade ett passande klimat för champinjonodling.

Det var först i början av 1900-talet som vetenskapsmännen började intressera sig för svampodling. Både i Japan och i västvärlden utvecklades industriella metoder för svampodlingen.

I början av 1900-talet arbetades i USA fram en metod att odla fram renkulturer av svampmycel från vävnadsbitar av fruktkroppen. Det möjliggjorde en teknik att bevara

stammar med önskvärda egenskaper och kan ses som det stora genombrottet för svampodlingen i världen.

I Frankrike utvecklades champinjonodlingen till den grad, att de kom att exportera stora mängder konserverade champinjoner till övriga länder i Europa och till USA. Detta sporrade amerikanarna att under 1860-talet starta egna odlingar.

Landvinningarna inom champinjonodlingen ledde också till en utveckling av odlingsmetoderna för andra svampar.

Visserligen förekommer idag en viss konkurrens mellan olika svamparter, men framgången med champinjonerna har samtidigt underlättat för introduktionen av andra svampar.

Kollisionen mellan de vetenskapliga framstegen och den mystifierade trädgårdsodlingen av svampar, baserat på en stor del tur och vidskepelse, var långt våldsammare än inom andra odlingsområden. Långt in på 1900-talet var champinjonodlingen påverkad av skrock. Till exempel fanns det under 30-talet champinjonodlingar som inte fick beträdas av kvinnor, eftersom deras närvaro troddes äventyra skörden. (Singer)

Eftersom svampens livscykel till största delen måste studeras och hanteras med mikrobiologiska metoder, så är utvecklingen inom mikrobiologin avgörande för utvecklingen av svampodlingen.

SAMMANFATTNING

- Svampodlingen har vuxit ur en efterfrågan av en exklusiv svamp, som går lätt att förädla.
- Champinjon och shiitake har odlats i stor utsträckning på grund av de här orsakerna.
- Champinjonen började odlas på mitten av 1600-talet i Frankrike, eftersom den var efterfrågad i franska köket. Dessutom lämpar den sig väl för konservering.
- Shiitake började odlas under 1000-1100-talen och har högt anseende, samtidigt som den lämpar sig väl för torkning.
- Odlingsteknikerna är starkt traditionsbundna, trots att den största delen av utvecklingen till rationella metoder skett under de senaste 40 åren.

VILKA SVAMPAR KAN ODLAS?

Det är endast ett tiotal av all världens svamparter som odlas för kommersiell matsvampproduktion. Vad beror det på?

Traditionerna i de olika delarna av världen är en viktig begränsande faktor. Därtill kommer svamparnas levnadssätt och vår kunskap om svamparnas krav och erfarenheter från tidigare odling.

Faktiskt sker odling av parasitiska svampar, såsom odling av mjöldryga, *Claviceps purpurea* för framställning av medicin. Genom att odla parasitiska svampar, så riskerar man att öka deras spridning i naturen. Därför bör man inte odla sådana svampar annat än för medicinska ändamål.

Symbiontiska svampar har visat sig mycket svårodlade. Framför allt är det fruktkroppsbildningen som är svår att få till stånd i laboratorieodlingar. Det gör att odling för matsvampproduktion ännu inte går att intensifiera, det vill säga utföras i klimatkammare under kontrollerade förhållanden. Då återstår saprofyterna.

Även de saprofytiska svamparna har sina begränsningar. De som har ett aggressivt växtsätt är ofta en smula parasitiska. Det är fallet med ostronskivlingar. De kan etablera sig i försvagat levande trä. Det gör också att den tål konkurrens mycket bra, vilket är en fördel vid odling. Shiitake är däremot en rent saprofytisk svamp och är därför hänvisad till en *nisch*⁴³ i naturen: Ädelträslag, som erbjuder ett visst motstånd mot angrepp på grund av sitt innehåll av tillväxthämmande ämnen för svampar, är något som shiitakesvampen klarar av.

Vid odling utgår man från de naturliga förutsättningarna. Däremot är det inte säkert att det växtsätt den har i naturen är det mest optimala. Bland annat kan svampen på grund av konkurrens ha hänvisats till en "besvärlig" *nisch*, till exempel shiitake.

Rubriken för det här kapitlet kan alltså tolkas på flera sätt:

- A. Vilka svampar kan odlas ur teknisk och biologisk synpunkt?
- B. Vilka svampar kan odlas rent erfarenhetsmässigt?
- C. Vilka svampar kan odlas ur marknadssynpunkt?

Många saprofytiska svampar kan odlas enligt A, men det är ett stort steg från att kunna odla en svamp till att kunna producera den kommersiellt. När det gäller B, så finns det erfarenhet att odla svampar inom tre släkten i kommersiell skala i Sverige: *Agaricus*, champinjoner, *Pleurotus*, ostronskivlingar, *Lentinus*, shiitake. Vad C beträffar, så kan våra matsvampstraditioner inte riktigt uppfyllas av den idag tillgängliga odlingstekniken. De flesta av våra goda matsvampar är nämligen mykhorrizabildare.

Den i särklass vanligaste svampen i de svenska butikerna är champinjoner. Andra odlingsbara svamparter kräver mer i form av marknadsföring, särskilt om de avviker i smak och form från det vi är vana vid i svampsammanhang.

Ostronskivlingen har en fin smak, men dess form och färg förknippas inte i första hand med matsvamp.

Shiitake är en vacker svamp men med ovanlig smak. Den enda nackdelen är de höga produktionskostnaderna och därmed det höga priset.

⁴³En *nisch* är den specifika miljö som en organism är beroende av för att upprätthålla livsprocesserna.

PRODUKTION OCH TRENDER

Svampodling är en verksamhet, som i Sverige inte haft så stor omfattning och därmed inte haft så stor förankring hos myndigheterna. Därför är erfarenheterna inom odling av olika matsvampar, kunskapen om olika odlingstekniker och myndigheternas intresse för odlingen ganska begränsad. Risken för att "lycksökare" ska starta svampodlingsföretag med alltför optimistiska kalkyler är stor. Det saknas jämförande studier mellan olika odlingsmetoder utifrån svenska förhållanden. Dessutom varierar förutsättningarna i vårt avlånga land, till exempel klimat, tillgänglig teknik, tillgängliga råvaror och marknader.

Något enhetlig system för odling finns inte i Sverige idag, utan den intresserade får till stor del bygga odlingen på egna erfarenheter och de förutsättningar som finns på orten. Behovet av vidareutveckling är stort och det vore önskvärt med mer forskning inom svampodlingsområdet. Idag ligger en stor del av den praktiskt inriktade forskningen och utvecklingsarbetet hos den enskilde odlaren. Det här gör odlarintresseföreningar mycket viktiga. Genom dem kan odlarnas verksamheter samordnas och erfarenheter utbytas.

Intresset för svamp ökar i världen. Utvecklingen kom särskilt igång efter andra världskriget. På senare tid har svamp uppmärksammats inte enbart som krydda, utan även som "grönsak", och intresset ökar även för "nya" svamparter än de som traditionellt varit gångbara på marknaden.

De senaste decenniernas ökade ekologiska medvetande har också haft stor betydelse. Överskott av organiska avfall, främst gödsel och växtfiberavfall från jordbruket, kan användas för produktion av matsvamp, istället för att det deponeras eller bränns upp. Det förbrukade substratet kan ha ett visst användningsvärde som djurfoder och jordförbättringsmedel.

I Sverige har svampodling på senare tid rönt allt större uppmärksamhet, inte minst som en följd av omstruktureringen på landsbygden.

Primitiva odlingsmetoder ger visserligen lägre investeringar, men det osäkra odlingsresultatet kan ge höga produktionskostnader. Med den enkla tekniken tenderar produktionen att bli osäker och ojämn, och svampen blir av lägre kvalitet. Det ökar kraven på möjligheterna att förädla svampen, samtidigt som den blir mindre attraktiv för färskvarumarknaden..

Odling i klimatkontroll ger en jämnare produktion av högre kvalitet, men också ökade produktionskostnader. Därför säljs den svampen till övervägande del som färsk, eftersom man då kan få ett högre pris för den. Färksvampproduktion är också ett sätt att konkurrera med billiga importsvampar. Den allmänna trenden är att framför allt färksvampproduktionen ökar i världen. Allt eftersom odlingsmetoderna utvecklas, får vi räkna med en ökad konkurrens på den marknaden från de välutvecklade svampodlingsländerna i Europa.

Den ökade acceptansen för färska och lokalt odlade champinjoner kan bana vägen för andra svamparter och svampprodukter. Utan tvivel går det att odla många olika svamparter, och så sker också, men det är endast ett fåtal som svarar för den största delen av produktionen. De representeras huvudsakligen av sex släkten: *Agaricus* (champinjoner), *Lentinus* (shiitake), *Flammulina* (vinternagelskivling), *Volvariella* (rishalmskivling, tillhör slidskivlingar), *Auricularia* (gelésvampar) och *Pleurotus* (ostronskivlingar), i ordning efter produktion i världen. Odlingen av champinjoner och shiitake svarar tillsammans för nästan 90 % av världsproduktionen av svamp.

Champinjonen är den i särklass vanligast odlade svampen idag och svarar för nästan 70% av matsvampproduktionen i världen. 1986 var produktionen cirka 1,2 miljoner ton. Det är främst trädgårdschampinjonen, *Agaricus bisporus*, som odlas. Champinjonodlingen är vida spridd i världen. Den pågår i över 100 länder på alla kontinenter. De största champinjonproducenterna var 1986 USA, Kina, Frankrike, Holland, Storbritannien och

Taiwan. Sverige hamnar långt ner på produktionslistan. Konsumtionen i Sverige uppgår till cirka 18 000 ton per år, vilket ger en per capita-konsumtion som även internationellt sett är betydande. Nästan 90% av denna konsumtion består dock av importerade champinjonkonserver.

Den inhemska produktionen av champinjoner är i storleksordningen drygt 1 000 ton per år. Den största delen produceras av Fammarps Champinjoner i Halland, sedan följer kanske kring 100 stycken mindre odlingar, av vilka de flesta tillkommit under de allra senaste åren.

Utvecklingen inom champinjonodlingen i Europa och USA har en stor betydelse för utvecklingen av odlingen av andra svampar i världen. Vetenskapligt synsätt och drivenhet i företagande har varit och är viktiga faktorer för en framgångsrik svampodlingsindustri. Uthållighet är A och O, eftersom det kan ta ett par decennier att utveckla en framgångsrik svampindustri, och det kan ta några år innan ett svampodlingsföretag börjar få igen investerade pengar.

Champinjonodlingen har nått en hög utvecklingsnivå i USA, Frankrike, Storbritannien och Holland. Produktionen må vara stor i Ostasien, men den sker överlag med betydligt enklare metoder och ställs under mindre krav än i väst. Även där finns dock en strävan efter att effektivisera odlingen.

Produktionen av den andra odlade svampen i världen, shiitake, *Lentinus edodes*, uppgick 1986 till 313 501 ton, vilket motsvarar cirka 15 % av världsproduktionen av svamp. Den odlas främst i Japan, men även Kina, Taiwan och Korea är stora producenter. I Japan sker odlingen till övervägande del utomhus på hela trästockar. Därför kan årsproduktionen variera beroende på vädret. Utanför Japan odlas shiitake både på trästockar och med mer rationella metoder. Shiitake har på senare tid rönt stor uppskattning även i Europa och USA. Det kan vara intressant att notera att produktionen huvudsakligen skedde på trästockar till en början i USA. Idag står den tekniken för omkring hälften av produktionen.

Sedan början av 80-talet har det utvecklats en intensiv metod att odla shiitake i Finland. Den är dock mest lämplig för småskaliga odlingar. I Holland har storskaliga odlingar utvecklats, till stor del baserade på champinjonodlingsteknik. Även på andra håll i Europa håller shiitakeodling på att utvecklas. Bland annat i Sverige pågår utveckling av storskaliga odlingsmetoder. Fortfarande sker en stor del av produktionen i USA på trästockar, men även där pågår arbeten att intensifiera odlingen.

Rishalmskivlingen, *Volvariella volvacea*, är en tropisk och subtropiska svamp, men den kan även under varma säsonger produceras i tempererade områden. Kina, Taiwan, Thailand och Indonesien är de största producenter, men den odlas även på Madagaskar, i Afrika och i Indien. Produktionen sker med enkel teknik på friland, och 1984 uppgick den till cirka 65 000 ton.

Vinternagelskivlingen, *Flammulina velutipes*, är en smaklig svamp, som växer allmänt i Sverige på döda stubbar och träd. Den odlades först i Japan, där den är populär för att den anses ha hälsobringande egenskaper. Ledande producenter är Japan (där den kallas "enokitake"), Taiwan och Kina. Odling pågår även i Nordamerika och Europa. Världsproduktionen låg 1984 på cirka 60 000 ton. Produktionen har på senare tid öka kraftigt, men vinternagelskivlingens krav på låga fruktkroppsbildningstemperaturer begränsar dess spridning och därmed dess betydelse bland de odlade svamparna i världen. Vinternagelskivlingen är okänd i Sverige som matsvamp. Den vackert gula men slemmiga lilla hatten är inte något vi direkt förknippar med matsvamp. Genom en speciell odlingsteknik kan dock kvaliteten på fruktkroppen förbättras.

Bland gelésvamparna är det de som är besläktade med judasöra, *Hirneola auricula judae*, det vill säga *Auricularia spp* (tillhör en grupp gelésvampar, som bildar öronlika fruktkroppar med eller utan en liten fot), som har mycket gamla anor som matsvamp och inom folkmedicinen i Ostasien. Den finns beskriven i 2 300 år gamla dokument och odlades redan

på 600-talet. Den här gruppen bland gelésvamparna har en stor spridning i den tropiska och tempererade zonen. De odlas i relativt stor omfattning men med primitiva metoder på hela trästockar i Taiwan, Kina och Filippinerna. De kan också odlas på träspån. Produktionen uppgick 1984 till 46 000 ton. "Skogsöronen" används i kinesrestauranger världen över. Gelésvamparna kommer nog knappast att odlas i Sverige, eftersom de är relativt smaklösa, dock med en intressant konsistens. De tillhör, och kommer förmodligen alltid att tillhöra, det kinesiska köket.

En intressant grupp av svampar som har stort odlarvärde är ostronskivlingarna, *Pleurotus* spp. Deras mångsidighet och odlingsbarhet gör dem utmärkta som nybörjarsvamp eller i områden, där man endast har tillgång till enkel teknik. Vissa av arterna kan eventuellt etablera sig på den svenska marknaden. De har i och för sig ett utseende, som vi inte direkt förknippar med matsvamp, men de har en fin svampsmak. Ostronskivlingar har ur odlingssynpunkt uppmärksamats först de senaste decennierna och är idag det andra odlade svampsläktet i Europa, efter champinjoner. Ostronskivlingarna är särskilt uppskattade i Europa och Asien, där de odlas i många länder. Intresset för odling av dessa svampar ökar även i Afrika och Nordamerika. Produktionen uppgick 1984 till 32 000 ton.

Nameko, *Pholiota nameko*, är en lågtemperatursvamp, som främst odlas i Japan. Produktionen nådde först 1975 en stadig nivå, och 1984 låg den på 17 000 ton.

Tremella fuciformis är en gelésvamp som sedan mycket länge varit populär som matsvamp och inom folkmedicinen i Kina. Produktionen uppgick 1984 till 7000 ton. Svampen odlas främst i Kina och Taiwan, varifrån den exporteras till andra ostasiatiska länder och till USA. Produktionen sker på hela trästockar eller på sågspån. Visserligen har svampen en intressant textur, men den är en smaklös ingrediens i det västerländska köket.

Matsutake, *Tricholoma matsutake*, odlas främst i Japan. Det är en mykorrhizasvamp, som "odlas" i liten utsträckning och med primitiva metoder i sin naturliga miljö.

Svart tryffel *Tuber melanosporum* är även den en mykorrhizabildare. Ek- och hasselplant ympas med svamp. Efter att mykorrhizabildning konstaterats, planteras träden. Huvuddelen av produktionen, som är 150-300 ton (1984), sker i Frankrike. Omfattningen är en tiondel av vad den var för hundra år sedan.

När det gäller mykorrhizasvamparna, så är de lite utav en utmaning för mykologerna. Under många år har det pågått forskning, i Frankrike för odling av tryfflar och i Japan för odling av matsutake. Även i Sverige pågår forskning om mykorrhizasvampar. De har ju en stor betydelse för skogens tillväxt. Det här kan ge teknik för odling av två svampar som är högt skattade i både Sverige och Europa, nämligen kantarell, *Chantarellus cibarius*, och stensopp, *Boletus edulis*.

Även murklorna, *Morchella*, utgör en utmaning i odlingssammanhang. Det lär inte vara svårt att få mycelet att växa. Problemen är förknippade med fruktkroppsbildningen. Odling av murklor är intressant, eftersom de är uppskattade i Amerika, Europa och Asien. Främst är det rund toppmurkla, *Morchella rotunda*, som är aktuell ur odlingssammanhang, eftersom den inte är giftig. I det här sammanhanget kan också nämnas, att vissa skålsvampar har egenskaper som påminner om murklor. Dessa svampar är jämförelsevis lättodlade.

Pholiota aegerita, "sydlig tofsskivling", odlas på poppel- och pilstockar i varmt tempererade klimat. Idag sker odling av denna välsmakande svamp med primitiva metoder i medelhavsområdet. Även kommersiell odling lär förekomma.

Kuehneromyces mutabilis, föränderlig tofsskivling, är en fin matsvamp, som är populär i Centraleuropa. Även i Sverige har den uppmärksamats. Den är dock svårödlad på artificiella substrat. Utvecklingen av en kommersiell odlingsteknik kommer förmodligen att dröja.

SAMMANFATTNING

- Intresset för odlade svampar ökar kraftigt i hela världen.
- Champinjon, ostronskivling och shiitake odlas kommersiellt i Sverige idag.
- De flesta av de erkända matsvamparna i Sverige är mykorrhizabildande, varför de idag inte är aktuella ur odlingssynpunkt.

ODLINGSMETODER

SVAMPODLING - MÖJLIGHETER OCH SVÅRIGHETER

Svampodlingen kan utvecklas till en resurssnål verksamhet, som på ett effektivt sätt omvandlar växtfiberavfall till mat av god kvalitet. En stor nackdel med avfall, är att innehållet ofta inte är väldefinierat. Dessutom är svampen en levande organism. Dessa faktorer gör det svårt att förutsäga produktionen under praktiska odlingsförhållanden.

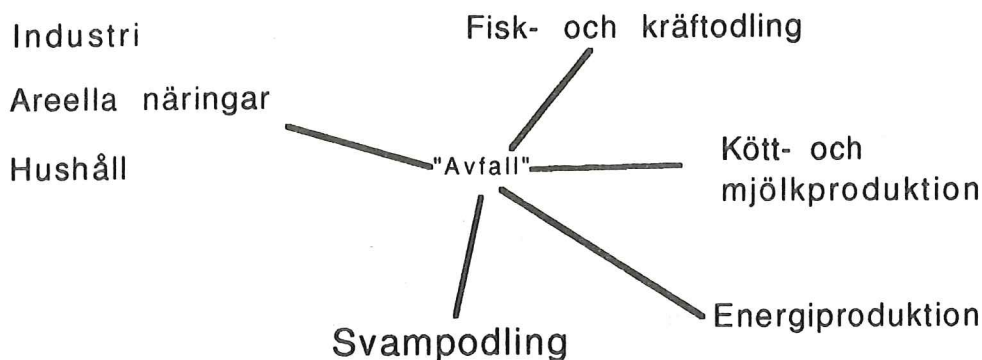
En viktig hantering är substrattillverkningen. Svampodling kan bedrivas som en extensiv trädgårdssyssla, men den kan även drivas som en högteknologisk industri.

Särskilt i de norra delarna av Sverige är svampsäsongen kort. De stora skillnaderna mellan sommar och vinter gör frilandsodling av svamp mindre attraktiv. Det ställer också höga krav på lokalerna och odlingstekniken.

Svampodling är ett tungt arbete. I en mindre odling för kommersiell produktion är substratåtgången i storleksordningen 10 000-tals ton per år. Därför är det väsentligt med utrustning, som underlättar packningen av substratet i emballage, placering av substrat i odlingsutrymmena och skörd av den färdiga svampen, och så vidare.

Odlingen kräver ständig tillsyn. Det tar lång tid att få en störd produktion i balans igen.

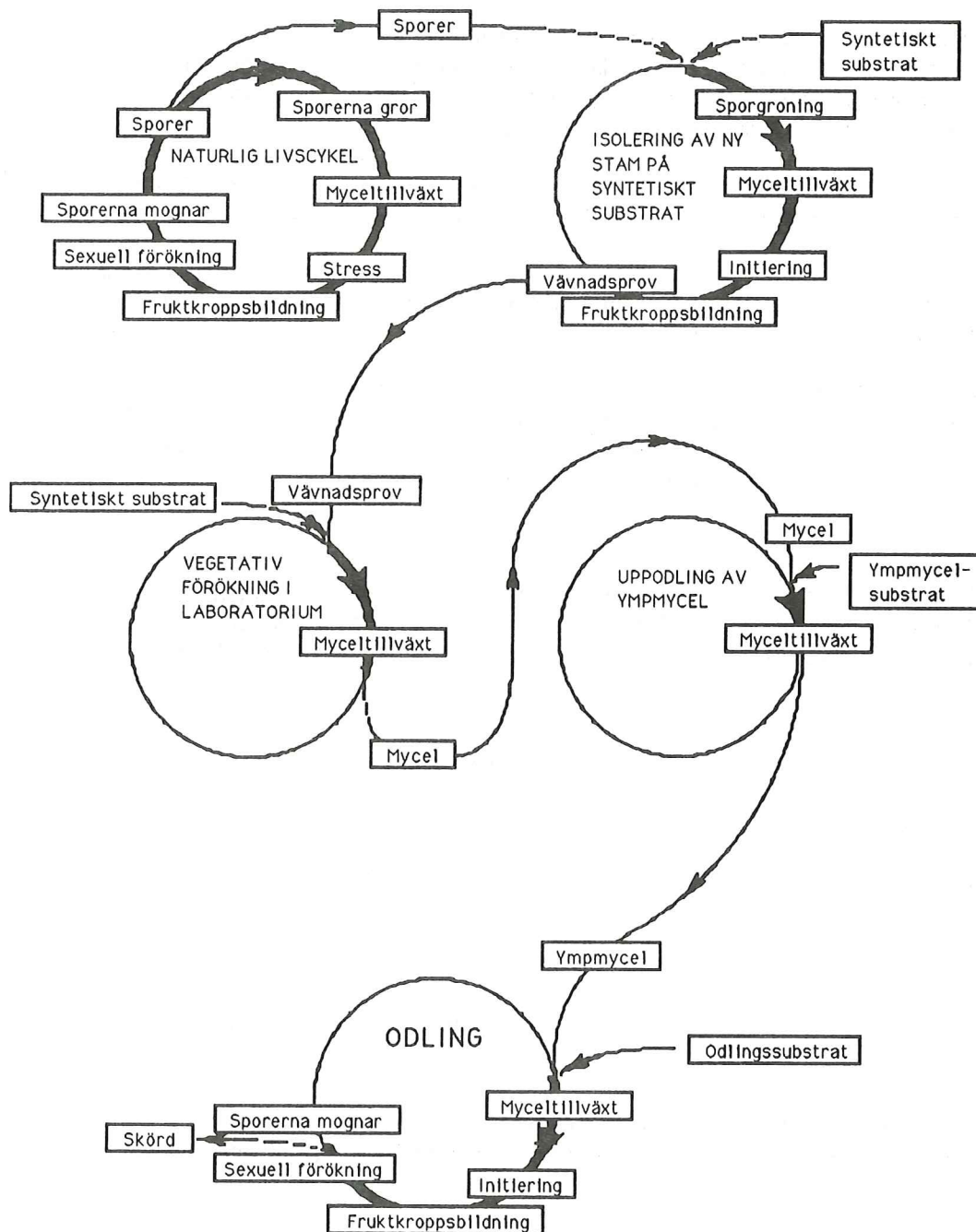
En svårighet är att få en god lönsamhet på verksamheten, och man kan nog inte räkna med att det någonsin kommer att förhålla sig på annat sätt när det gäller själva odlingen. Däremot kan en del kringverksamhet ge bättre lönsamhet åt odlingen. Se FIGUR 29.



FIGUR 29. Framtidsvision. Odlingen kan komma in i ett större sammanhang, där produktionen sker med en resursbevarande inriktning, och där ordet "avfall" inte behöver ha en negativ klang.

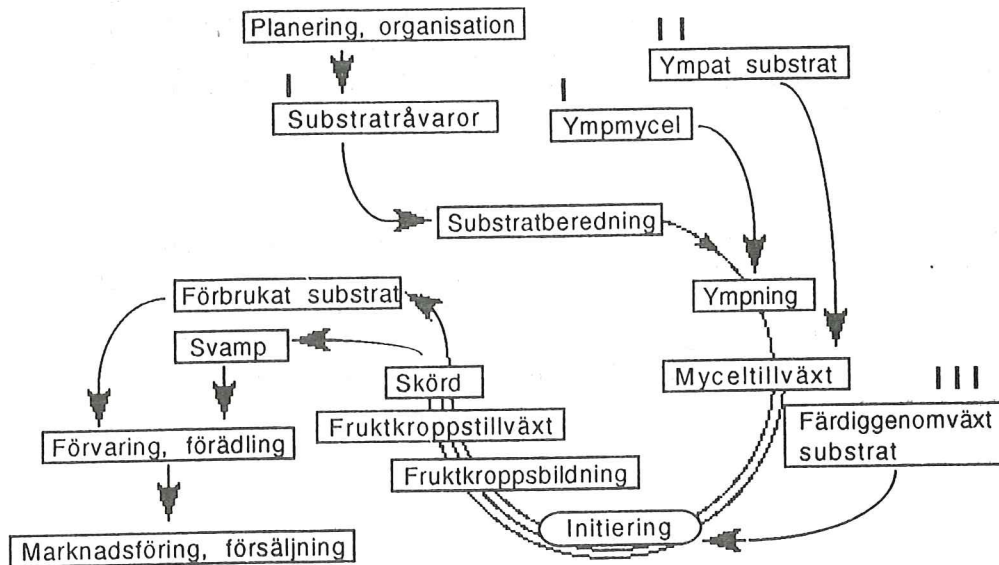
ODLINGENS PRINCIPER OCH UTTRYCK

Svampens naturliga livscykel utgör utgångspunkten för odlingscykeln, se FIGUR 30.



FIGUR 30. Svampens naturliga livscykel och metod vid odling av svamp i schematisk framställning. Vid svampodling måste man utgå från svampens natur. Det är dock inte säkert att de naturliga växtförhållandena är de bästa för svampen i odlingssammanhang. Odlingscykeln kan jämföras med svampens naturliga livscykel enligt cirkelarna i figuren.

Vilken odlingsmetod man än väljer, så kan odlingscykeln indelas i generella steg, se FIGUR 31.



FIGUR 31. Generell metod vid odling av svamp. Tre system visas. I: Hela cykeln i samma odling. II: Odlaren köper in färdigympat substrat. III: Färdiggenomväxt substrat köps in.

Sporernas roll i naturen ersätts i odlingen med **ympmycel**⁴⁴. Det förs in, eller **ympas**,⁴⁵ i substratet. Under **myceltillväxten** etablerar sig mycelet i substratet. När substratet är genomväxt, och mycelet tagit upp tillräckligt med näring och nått ett visst mognadsstadium, kan fruktkropparna bildas. Det sker genom en **initieringsfas**. Då stimuleras mycelet, så att det bildar fruktkroppar. De växer ut och skördas. Ofta kan tydliga vågor märkas i produktionen, så kallade **skördeomgångar**. Efter att önskad mängd svamp skördats, töms odlingslokalerna på det uttjänta substratet.

Under tiden har nytt substrat beretts. Råvarorna **homogeniseras**, det vill säga hackas, eller mals, och blandas, blötläggs och eventuellt komposteras. Därefter **hygieniseras** blandningen. Det kan ske genom upphettning eller behandling med mikroorganismer.

Mer kontroversiella metoder är bestrålning eller behandling med bekämpningsmedel. Dessa metoder får dock inte användas i Sverige.

Substratet **ympas**, antingen innan eller efter det har packats i emballage eller lagts i bäddar.

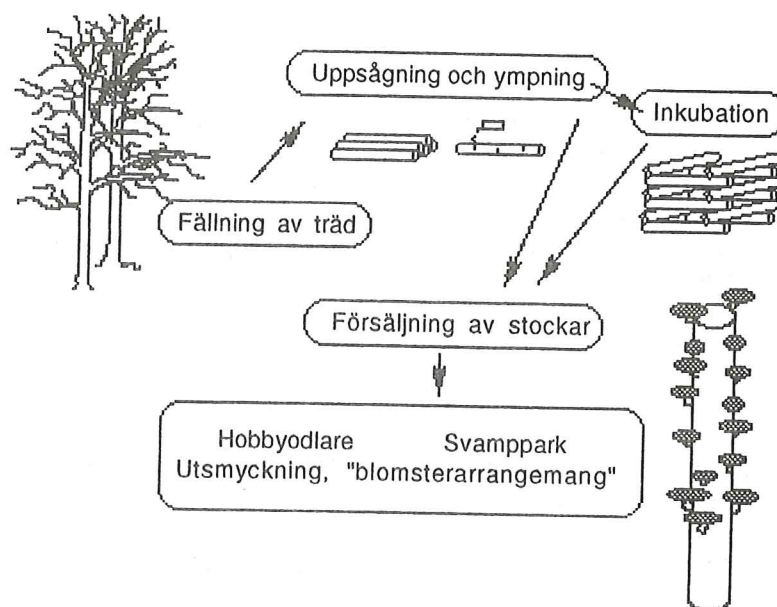
⁴⁴ Med ympmycel ympas ("sås") substratet med svampen som ska odlas.

⁴⁵ Ympa: I svampodlingssammanhang: Mycel tillsätts ett substrat för tillväxt.

EXTENSIV - INTENSIV ODLING

Vilken odlingsmetod som väljs beror på de krav som odlaren ställer på produktionen. Hobbyodlare kan ha stort nöje av att gräva ner tidningspapper, ympa trästockar eller köpa färdigtillverkat substrat. Odlingen behöver då inte kräva så stora investeringar, men med lite tur och skicklighet kan det till och med bli en lönande hobby. För dem som kan acceptera en säsongsbunden produktion kan odling på friland vara intressant. Säsongen kan förlängas med hjälp av tunneltält, drivbänkar, växthus och olika svampstammar med olika temperaturkrav.

Till en början strävade man efter att säkra tillgången på svamp. Skörden sammanföll ofta med den tid, då tillgången på svamp var god i naturen. Många av de svampar som odlas idag odlades till en början på sitt naturliga substrat, till exempel trästockar eller kompost. Den extensiva odlingen präglas av teknisk enkelhet och primitiva odlingslokaliteter. Strävan efter att hålla nere produktionskostnaderna och använda en enkel teknik tenderar att ge en osäker och säsongsbetonad produktion. Den här typen av svampodling kan betecknas som *extensiv*.



FIGUR 32. Modell för kommersiell odling av svamp på trästockar.

Odling på trästock präglas av teknisk enkelhet. Vem som helst kan hobbyodla på trästockar hemma i sin lägenhet, i växthuset eller bland prydnadsbuskarna. Stockarna är emballerade i sin bark och kräver ingen kompostering eller värmebehandling. Färska, friska stockar är nämligen nästan sterila inuti. Tekniken kan också vara intressant från kommersiell synpunkt. Stockar kan beredas och säljas till hobbyodlare. De kan lätt tillverkas och användas av trädgårdsodlare, lantbrukare eller andra, som kan vara intresserade av en lite annorlunda verksamhet som kan ge biinkomster.

Stockodlingen är dock behäftad med vissa problem och brister, som kan göra det svårt att kommersialisera hela odlingscykeln. Det finns inga erfarenheter från större odlingar i Sverige. Odlingscykeln är betydligt längre än vid odling på finfördelat substrat. Utbytet är relativt lågt och produktionen är säsongsbetonad.

Odlingscykeln kan ha en längd på 3-10 år, beroende på väder, metod, träslag, substratenhetsstorlek, svampart, angrepp av konkurrerande organismer, tur och skicklighet. Utomhusodlingen brukar ge skörd höst och vår, och den sammanfaller med den tid, då det normalt finns gott om svamp i markerna.

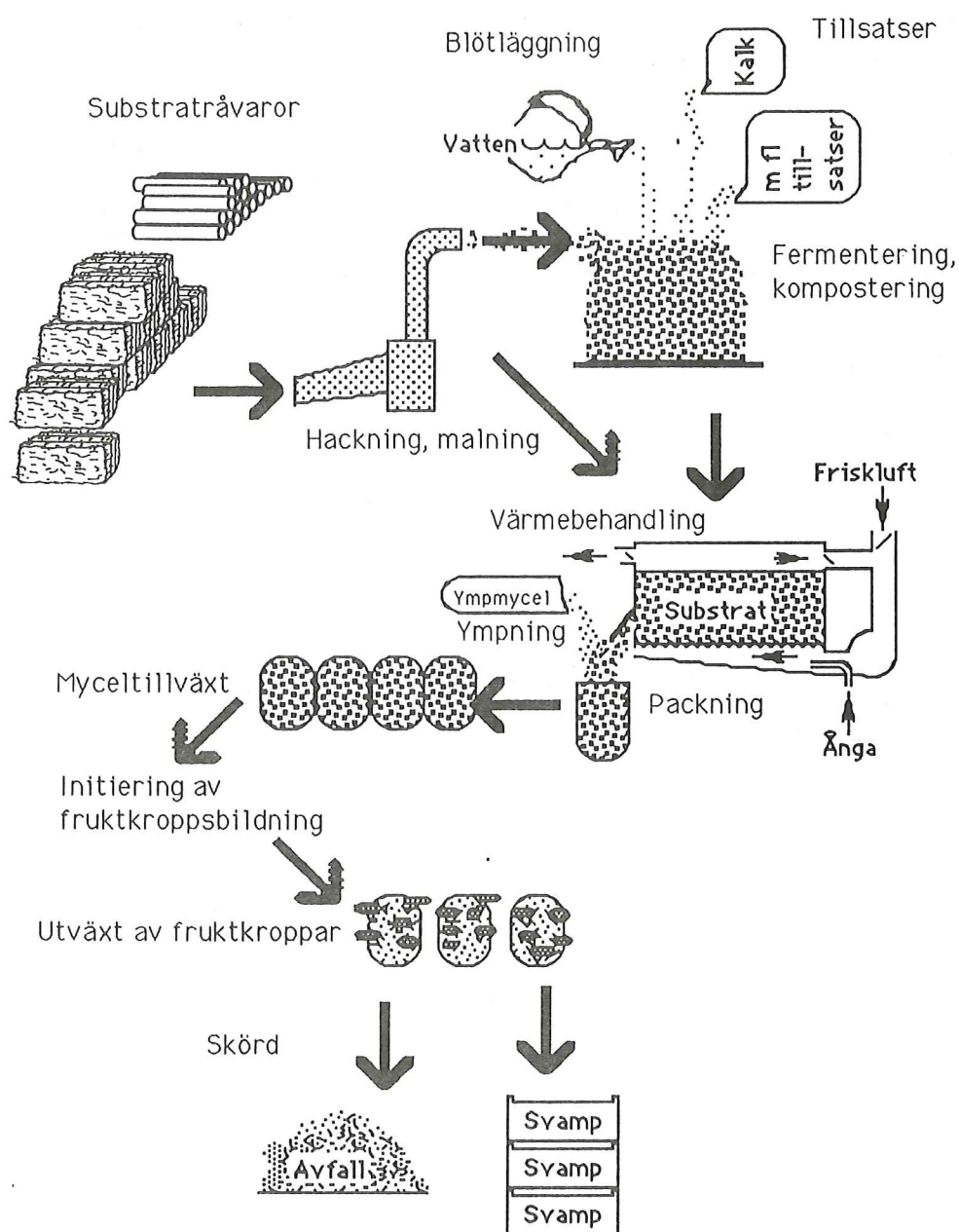
Den säsongsbetonade produktionen kan motverkas i varierande grad genom val av olika svamptyper och svamparter samt användning av växthus eller enklare klimatkammare. Eftersom produktionen är långsam, så måste investerings- och driftskostnaderna hållas betydligt lägre än vid *intensiv* odling på *finfördelat* substrat.

Idag strävar vi efter en kontinuerlig produktion av svamp under hela året. Det ställer högre krav på odlingslokalerna, särskilt i områden med stora temperaturvariationer. När det ställs höga krav på en kontinuerlig och hög produktion av god kvalitet, så krävs isolering mot både kyla och värme samt utrustning för kylning och uppvärmning. Det i sin tur ökar investerings- och driftskostnaderna, vilket ställer ytterligare krav på effektiv och säker produktion.

För att få en säker och jämn produktion bör odlingen *intensifieras*. Det innebär:

- Homogeniserat och hygieniserat substrat
- Odling i klimatkammare
- Högre hygienkrav
- Högre kunskapskrav
- Kontinuerlig arbetsinsats
- Högre investeringar

Odlingen kan ytterligare effektiviseras genom uppdelning av arbetsmomenten mellan flera personer eller företag, som specialiserar sig på olika delar av verksamheten, eller så har de en del utrustning gemensamt.



FIGUR 33. Princip för intensivodling av matsvamp.

GENERELLA STEG I ODLINGSCYKELN

PLANERING OCH ORGANISATION

Det är viktigt att inleda verksamheten med noggrann planering.

Den inleds med en ekonomisk bedömning av verksamheten. Lantbruksnämnderna kan hjälpa till och ge information om bland annat vilka bidragsmöjligheter som finns.

De olika stegen i en odling kan delas upp mellan olika odlare. Man kan också använda en del maskiner gemensamt. Det kan göra svampodlingen ekonomiskt mer intressant. Vidare måste odlaren idag ofta arbeta aktivt med distribution och marknadsföring av svampen. Det är inte en vara som "säljer sig själv".

Det är svårt att ge ett svar på lönsamheten, eftersom förutsättningarna varierar kraftigt från fall till fall.

Det mest realistiska idag är att den odlingsintresserade redan har tomma utrymmen och en del maskiner som kan användas i odlingen.

I regel brukar timersättningen vara låg, varför svampodling framför allt lämpar sig som komplement till eller ersättning för en annan lantbrukssyssla. Helt klart är att svampodling inte är något "klipp".

Den blivande odlaren bör ha en klar bild över marknadsläget för odlad svamp. Idag kräver champinjoner ojämeförligen minst insats vid försäljning. Därför är det en lämplig svamp att börja med, trots att den är relativt svårodlad. Man är då hjälpt av att det finns en viss tradition inom champinjonodlingen i Sverige.

Ostronskivlingen är relativt enkel att odla, men kräver en större marknadsföringsinsats.

Man bör naturligtvis undvika att göra misstag vid uppbyggnaden av odlingen och under själva odlingen. Därför är det viktigt att ha en god kontakt med kunskap inom svampodlingen. Odlaren bör ansluta sig till intresseföreningar för svampodling.

Det är billigare att göra misstagen och få erfarenheter på odlarkurser än i den egna odlingen. Genom kurserna får man också reda på vad svampodling innebär i praktiken och om det är en lämplig syssla för den intresserade.

OLIKA TYPER AV YMPMYCEL

Det finns en mängd olika ympmycel. Tre olika huvudsakliga typer av ympmycel kan urskiljas:

- Färskt, fast ympmycel
- Färskt, flytande ympmycel
- Torkat ympmycel.

En gemensam egenskap hos färskmycelen är att de måste förvaras i kylskåp och att det har en ganska kort hållbarhetstid.

Den vanligast typen av ympmycel är det fasta färskmycelet. Det är enkelt att hantera i odlingar, som använder sig av en enkel odlingsteknik. Det är relativt tåligt vid transport. I de svenska svampodlingarna används ett ympmycel, som odlats på spannmålskärnor. Även andra underlag kan användas för färskmycelet: Naturgödsel från häst, sågspån m m.

Mycel, som odlats på träpluggar eller tråkilar, är vanligt vid kommersiell odling på trästockar. Sådant ympmycel finns inte tillgängligt på marknaden i Sverige.

Flytande mycel underlättar hanteringen vid ympningen. Det går mycket snabbt att framställa, cirka en till två veckor. Problemet är att det är känsligt, har mycket kort hållbarhet (har bäst vitalitet under bara några dagar) och det är svårt att bedöma vilken kvalitet det håller. Det lämpar sig endast vid storskalig industriell produktion av ympmycel eller substrat.

Det flytande mycelet används vid den finska metoden för framställning av shiitakesubstrat.

I handeln i Sverige förekommer även torrmycel. Det lämpar sig bäst för hobbybruk, eftersom det är relativt dyrt och har sämre grobarhet jämfört med fast färskmycel. Den myceltypen riktar sig främst till hobbyodlare, eftersom det är mycket tåligt och lätt att transportera och lagra.

FRAMSTÄLLNING AV YMPMYCEL

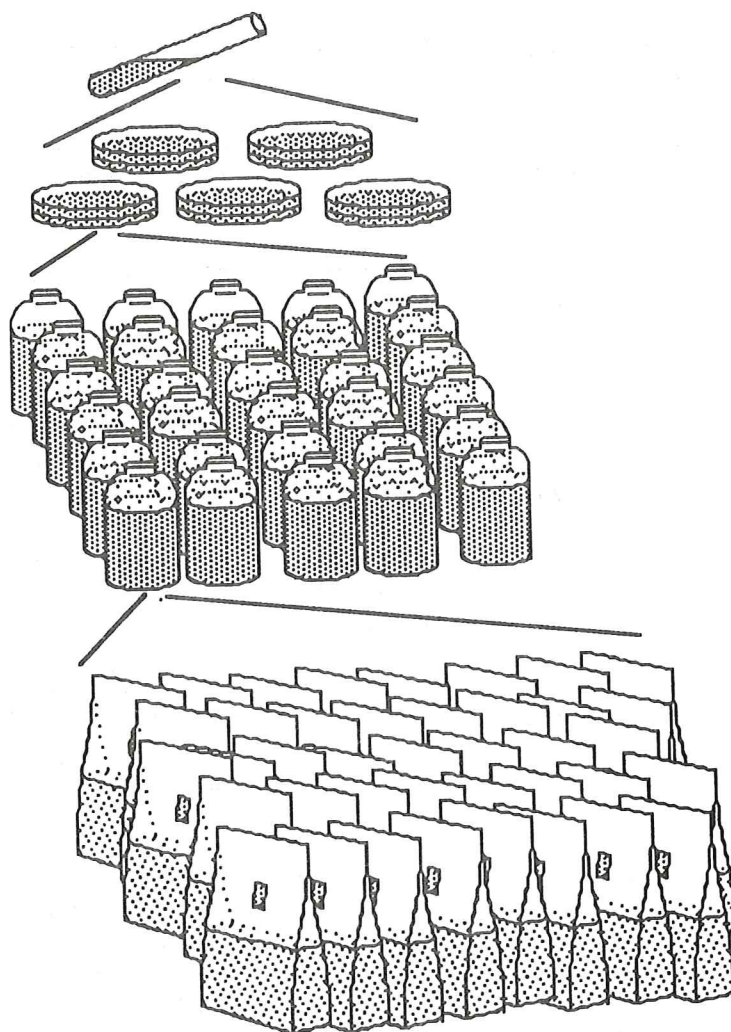
Idag inleds odlingen med tillverkning av ympmycel. Det är en *renkultur*⁴⁶ av önskad svampart. Med ympmycelet ympas substratet med den svamp man vill ska växa där. För hobbyodlare och kommersiellt inriktade odlare är det enklast att köpa färdigt ympmycel. Det framställs industriellt i stor skala med avancerad sterilteknik.

Sexuellt bildade sporer från odlade och vilda svampar kan användas för att framställa nya **stammar**⁴⁷. Bildandet av sporer har nämligen föregåtts av en omlagring av arvsmassan, varför svamparna som växer från sexuellt bildade sporer har avvikande egenskaper jämfört med föräldraindividerna. Modern genteknik kan även användas, men det är en kostsam och avancerad teknik, som måste ha stöd i en omfattande odlingsindustri.

Man kan också föröka svampar vegetativt. En vanlig metod är att ta vävnadsbitar från en fruktkropp, som sedan får växa ut till ett mycel under sterila förhållanden. Detta mycel har samma genetiska material som fruktkroppen, eftersom det inte är någon sexuell förökning mellan fruktkroppens bildning och uppodlingen av vävnadsbiten. Hyfspetsar från det uppodlade mycelet kan skäras loss och odlas vidare. Det här är en nödvändig teknik även när mycelet lagras vid kylskåpstemperatur. Mycelet växer och åldras nämligen även vid några få plusgrader. De kan också bevaras genom en komplicerad och dyrbar metod i flytande kväve.

⁴⁶ En **renkultur** är framtagen under sterila förhållanden och innehåller endast mikroorganismer av en bestämd typ.

⁴⁷ En **stam** är här en renkultur med bestämda egenskaper; jämför med att det finns olika sorter av potatis och tomater.



FIGUR 34. Genom att tillverkningen av ympmycel sker i flera steg, så kan en stor mängd ympmycel för kommersiell odling framställas ur en liten mängd mycel från ett provrör.

Vid ympmyceltillverkning förökar man den önskade stammen vegetativt på ett ympmycelsubstrat, till exempel spannmålskärnor. Uppodlingen kan ske i flera steg, så att en liten bit kultur från en näringslösning kan ge en stor mängd ympmycel. Se FIGUR 34 på föregående sida. Odlingsbetingelserna är de samma som vid myceltillväxten i en svampodling.

BEREDNING AV SUBSTRAT

Råvaror

Följande faktorer påverkar valet av substrat:

- svampart och -stam
- tillgängligt råmaterial
- råvarornas kostnad
- odlarens intresse
- tillgänglig teknik
- val av odlingsmetod
- krav på odlingscykelns längd

Den traditionella champinjonodlingen sker på hästgödsel och halm som huvudsakliga råvaror. Den blandningen har utvecklats under lång tid till ett effektivt och selektivt substrat. Det ställs dock höga krav på råvarans kvalitet. Andra möjliga substrat har på senare tid undersökts, för att effektiv champinjonodling ska kunna bedrivas även där tillgången på färsk, halmblandad hästgödsel är begränsad. Det har framför allt skett i Ostasien, men försök med champinjonodling på halmsubstrat sker även i Europa.

Bland de vednedbrytande svamparna är främst ostronskivlingen känd för att kunna odlas på en mängd olika substrat. Forskningen har främst varit inriktad på att utveckla ostronskivlingodling på avfall från areella näringar.

Den traditionella shiitakeodlingen sker på trästockar, varför sågspån är ett vanligt substrat vid intensifierad odling. Även växtfiberavfall har varit föremål för shiitakeodling. Substratet som används är även högst mottagligt för bakterier och "ograssvampar". Därför måste man räkna med problem i odlingar, som använder sig av enkel teknik. I mer avancerade odlingar sker produktionen till stora delar med sterilteknik. Produktionen kan förenklas genom att använda kemiska bekämpningsmedel. Sådana preparat bör undvikas i det längsta, och de får inte användas vid svampodling i Sverige. På senare tid har förslag framförts på att odla shiitake på mer selektiva substrat, men några försök på detta har inte skett.

Vednedbrytande svampar kan ofta odlas på olika växtfiberunderlag. Till dessa hör stubbar, stockar, rotvältor, träklotsar, pinnar, flis, sågspån, jordbruksprodukter som halm, hö, kli, blast, och avfall som papp, papper och tyg. Generellt har halm vissa fördelar gentemot träspån. Värmebehandlingen tar kortare tid för halm och den erbjuder en större angreppsytta, varvid tillväxten av mycelet går snabbare.

Svampar som gynnas eller är beroende av tillgång på naturgödsel (till exempel champinjoner) samt humuslevande svampar kan odlas på gödsel, gödselblandad halm, på halm med vissa tillsatser, eller på kompostmaterial. Mindre försök har gjorts på komposterade löv. För svampar som ställer höga krav på näringstillgång kan detta tillgodoses genom tillsats av naturgödsel, urea, superfosfat, kalk, bryggerirester, avfall från mejerier, spannmålsprodukter m m. Nackdelen med avfall är att dess näringsinnehåll ofta inte är väl definierat.

En viktig sak som måste beaktas är att *ju näringsrikare substratet är, desto större risk att det koloniserar av konkurrerande organismer*. Näringsfattigare substrat, som innehåller liten mängd lättillgängliga näringsämnen, till exempel halm, gör hanteringen enklare och ställer mindre krav på odlarens skicklighet och noggrannhet och kräver lägre investeringar än i en odling där näringsrikare substrat används. Lättillgängliga näringsämnen gynnar nämligen sporgroning och tillväxt av bakterier och mögelsvampar i substratet. *En viktig faktor i sammanhanget är svampens förmåga att kolonisera substratet*. En rent saprofyttisk svamp som växer ganska långsamt, till exempel shiitake, ställer högre krav på odlingen än en svamp med smått parasitiska tendenser och som växer snabbt, till exempel ostronskivling. De genetiska betingelserna kan även skilja sig kraftigt inom samma svampart, vilket gör att lämpliga stammar för olika substrat kan renodlas.

När en svampodling ska startas, så bör traditionella metoder och material väljas så långt det är möjligt. Utveckling av nya substrat och metoder kan ske parallellt med kommersiell etablerad odling, och det kräver kunskaper, som endast praktisk odlingserfarenhet kan ge.

Råvarans beskaffenhet

Råvarorna bör vara rena och icke angripna av andra organismer. De bör inte ha varit utsatta för bekämpningsmedel. Dessutom ska det ha fast konsistens och bra vattenupptagande förmåga.

Finfördelat substrat har fördelen att det underlättar andningen för svampen och erbjuder en större angreppsyta för den. Fördelen tenderar att minska med mindre eller större partikelstorlekar. Sågspånet brukar rekommenderas till 1,5-3 mm. Halmen brukar hackas till 1-5 cm eller något längre. Substratet ska alltså inte vara som ett mjöl. Damm och fina partiklar ska helst avlägsnas ur substratet. Om substratet kommer att innehålla en stor mängd fina partiklar, kan det balanseras genom inblandning av stagande material, till exempel grovhackad eller hel halm. Substratkvalitén är också en arbetsmiljöfråga. Om substratet dammar så lite som möjligt, är det även lättare att hålla lokalerna rena.

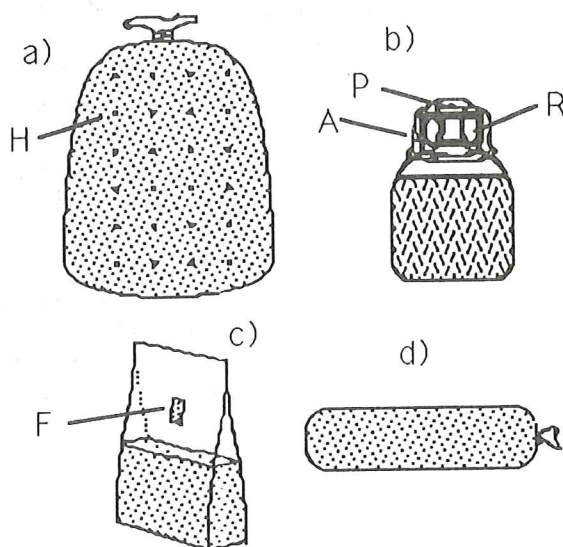
Även substratets packning kan ha en viss betydelse. Det är viktigt att materialet inte är för luckert. Det är en av orsakerna till att det är lämpligt att hacka halmen, eftersom det då blir en effektiv kontakt mellan partiklarna i substratet. Det går nämligen åt energi för svampen att överbrygga hålrummen i substratet. Halmen kan också få en lämplig textur genom kompostering. Inom champinjonodlingen används ofta hel, ohackad halm. Substratet får inte heller packas för hårt, eftersom det kan försvåra gasväxlingen genom substratet och därmed begränsa svampens möjligheter till andning.

Genom hackning fås svampen att växa jämnt genom substratet. Svampens hyfer växer nämligen med minst motstånd utefter fibrerna. Bryts fiberstrukturen upp sker därför en snabbare etablering av svampen i alla delar av substratet.

Emballage

I Sverige är det vanligast med plastsäckar i svampodlingen. Storleken brukar vara på allt från cirka 1 kg till cirka 35 kg, beroende på svampart och odlingsmetod. I mindre odlingar är storlekar på 10-25 kg lämpliga för ostronskivling, ner till 1-5 kg för shiitake. Storleken är till stor del en hanteringsmässig fråga. Diametern på emballaget har däremot betydelse för produktionen. För shiitake är cirka 15-20 cm effektivt för en produktion av fruktkroppar av hög kvalitet. Ostronskivlingen bör inte ha större diameter än 35 cm på sitt substrat. När odling sker i form av bädd eller tråg, motsvarar bäddens tjocklek ungefär av påsens halva diameter. Tjockleken har betydelse för svampens andning. Luftväxlingen sker långsammare i de centrala delarna i ett tjockare substrat jämfört med ett tunnare. Vid nedbrytningen av substratet bildas värme. Ett för tjockt substrat ökar därför risken för att temperaturen ska nå skadliga nivåer för svampen.

Det är viktigt att emballaget erbjuder luftning av substratet. Det ger en betydligt snabbare myceltillväxt, än om emballaget är tätt. Luftningen kan anordnas genom hål. Vissa svampar, till exempel ostronskivling och gelésvampar, kan fås att ge fruktkroppar genom luftningshålen. Känsliga svampar, som shiitake, bör ha luftfilter i luftningen. Se FIGUR 35.



FIGUR 35. Olika former vid emballering i plastpåsar. a) är en vanlig metod vid odling av ostronskivling. På liknande sätt kan champinjonsubstrat emballeras. H = hål i plastsäcken. b) är en vanlig metod vid odling av vednedbrytande svampar. Substratenheterna brukar då innehålla cirka 1-5 kg substrat. En äldre metod är att använda flaskor i stället för plastpåsar. P = plugg av bomull; R = halsring; A = papper eller aluminiumfolie. c) ger en mindre arbetsinsats än b), eftersom filtret är prefabricerat i form av ett "filterfönster". d) erbjuder ingen filtrerad luft, utan påsen öppnas efter det att svampen etablerat sig i substratet. Den begränsade lufttillförseln ger en långsammare myceltillväxt, men minskar samtidigt risken för att substratet ska angripas av konkurrerande bakterier och svampar under myceltillväxten.

Det är relativt enkelt att odla i plastsäckar, men krav på rationalitet i större odlingar talar mycket för att forma substratet i block. Man bör då tänka på att svampar som i naturen är anpassade till att växa på trädstammar ofta växer på bäst sätt på en lodrät yta. Fruktkropparna trängs lätt på en horisontell yta och blir därmed knöliga. Det gäller framför allt ostronskivling och shiitake. Champinjoner däremot, som i naturen växer på marken, odlas med fördel på en horisontell yta.

Blötläggning

Fiberråvarorna brukar oftast blötas upp innan de blandas och används. Förutom den ökade vattenhalten, vilket är nödvändigt för en god produktion, så sväller materialet och fibrerna blir därmed mer åtkomliga för svampen. Blötläggningen kan ske genom begjutning av vatten eller dränkning. Vattenbegjutning är den enklaste metoden, om inte blötläggningen kan ske i utrustningen för värmebehandlingen.

Hygienisering av substrat

Friska och nyhuggna trästockar behöver inte hygieniseras. Friska stockar är ganska rena och är ett naturligt underlag för vedlevande svampar. Däremot måste finfördelat substrat, som halm och sågspån, behandlas så att det blir fritt från konkurrerande svampar och bakterier.

Två huvudsakliga metoder⁴⁸ för hygienisering av substrat kan urskiljas: Behandling genom uppvärmning och biologisk behandling med mikroorganismer. Vid båda metoderna sker näringsomlagringar och påverkan av mikrofloran, som inverkar positivt på odlingsresultatet.

⁴⁸ Två andra, mer kontroversiella, metoder är att använda strålning eller bekämpningsmedel. Detta är dock inte aktuellt i Sverige.

Hela skalan finns mellan dessa två metoder, från renodlad värmebehandling, via kombination av metoderna, till renodlad biologisk behandling.

Här görs följande uppdelning, för att åskådliggöra metoderna:

VÄRMEBEHANDLING

- Uppvärmning med varmvatten, varmluft eller ånga
- # Autoklivering (121°C) eller motsvarande behandling: Shiitake, m fl vedlevande svampar, samt vid framställning av ympmycel.
- # Pastörisering (<100°C): Shiitake och ostronskivling m fl svampar

VÄRMEBEHANDLING+BIOLOGISK BEHANDLING

- Biologisk-kemisk uppvärmning: Kompostering (70-80°C): Champinjon
- Följt av:
- Biologisk behandling: Pastörisering (CA 48-58°C, ej över 63°C): Champinjon

BIOLOGISK BEHANDLING

- Fermentering i syrefattig miljö: Hobbyodling. Lagring av substrat vid kommersiell odling.

Värmebehandling

Metoden ska resultera i ett substrat, som innehåller så lite levande organismer som möjligt. Kraven på värmebehandlingen varierar mellan olika svamparter. Resultatet beror på temperaturen, tiden och trycket under behandlingen. Ju högre temperatur och tryck, och ju längre tid som behandlingen sker, desto renare substrat. Genom hygieniseringen får svampen ett försprång mot sina konkurrenter. Samtidigt är substratet lämpligt för konkurrerande organismer, särskilt om substratet är näringsrikt. Under värmebehandlingen sker en nedbrytning av substratet, som ger ännu mer lättillgängliga näringsämnen. Det ställer därför höga krav på renhet vid beredningen av substratet. Den här risken tenderar att bli mindre med näringsfattigare substrat. Sporer behöver nämligen en näringsrik miljö för att gro. Därför är problemen inte så stora vid odling på ren halm, förutsatt att den odlade svampen trivs på det substratet. Den ovannämnda nedbrytningen blir mindre med lägre temperaturer, vilket dock kräver längre behandlingstider.

Autoklivering

Vid höga renhetskrav autokliveras substratet. Det innebär att det kokas vid höga temperaturer under övertryck. Temperatur och tid varierar med substratet. Sterilisering kan även ske i värmeskåp. Eftersom den behandlingen sker vid normalt lufttryck, så måste temperaturen vara högre och behandlingstiden längre.

Vid höga temperaturer och högt tryck bryts komplexa näringsämnen ner till mer lättillgängliga och därmed blir substratet en bra grogrund för konkurrerande organismer. Det rena substratet gör det också lätt för organismer att etablera sig i det, eftersom det inte är "upptaget" av några organismer. Dessutom kan eventuella antibiotiska ämnen, liksom även värmekänsliga näringsämnen, till exempel vitaminer, som finns i substratet brytas ner av värmen och trycket. Ett steriliserat substrat ställer alltså höga krav på renhet vid ympning och inkubering, samtidigt som substratets näringsinnehåll förändras.

Autoklivering är en vanlig, men inte nödvändig, metod vid odling av shiitake. Den dyra utrustningen gör att substratbehandlingen måste ske i industriell skala. Det förekommer olika uppgifter om behandlingens effekt på odlingsresultatet, men ofta anses autokliveringsmetoden dyr och opraktisk. Det är därför också vanligt att behandla substratet vid temperaturer under 100°C.

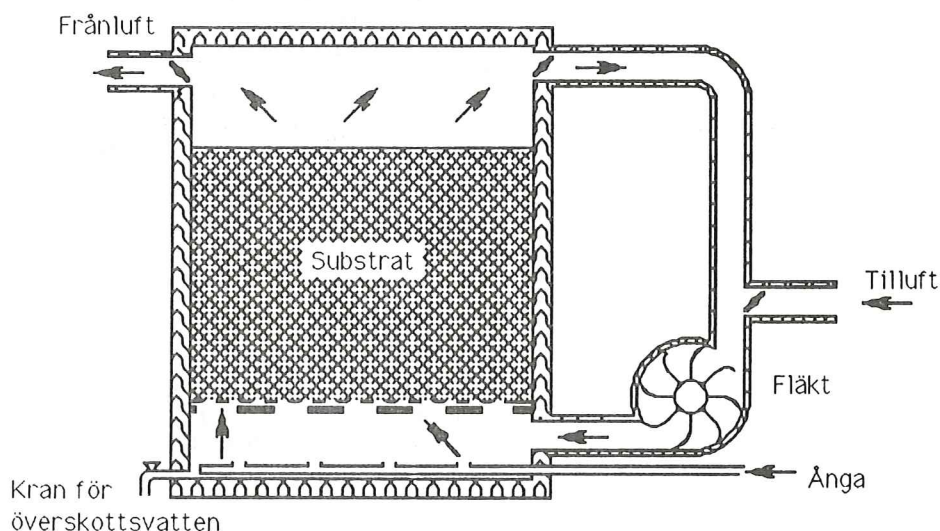
Pastörisering

En metod som inte kräver så mycket utrymme är att pastörisera torrt substrat, som varken fermenterats eller blötlagts. Det vattnas efter pastöriseringen strax innan det packas i sitt emballage. Risken är dock stor att substratet infekteras vid bevattningen. Utomlands elimineras det problemet genom att bekämpningsmedel tillsätts. Sådana metoder bör inte uppmuntras, även om de kan verka attraktiva ur ekonomisk synvinkel. De är dessutom inte tillåtna i Sverige.

Det har visat sig att pastörisering är en praktisk metod, till och med vid odling av shiitake. Viktiga faktorer som påverkar resultatet av pastöriseringen är: luftens vatteninnehåll, temperaturen och behandlingstiden.

Pastöriseringen kan ske på olika sätt. Vanligen används ånga, som pressas genom substratet med en fläkt. Ångan brukar recirkuleras för att spara energi och ge en jämn behandling av substratet. En del av luftmängden brukar bytas ut, för att syresätta substratet. För stor luftutbyte (för mycket syre) ökar dock förlusterna av substrat vid behandlingen. När varmluft används, krävs längre behandlingstid, eftersom luft med lågt vatteninnehåll har lägre energiinnehåll.

Pastöriseringskammaren kan utformas som ett helt rum eller en behållare, som byggs i vattenfast plywood, rostfri plåt, plast eller dylikt. Även mjöltkankar är utmärkta behållare för pastörisering. Anläggningen bör vara väl isolerad och placerad inomhus, helst i en särskild byggnad, eftersom anläggningen kan avge mycket fukt. Se FIGUR 36.



FIGUR 36. Princip för pastöriseringsanläggning.

Sporer från bakterier och svampar kan överleva pastöriseringsmiljön. Groende sporer är däremot ganska känsliga. Om sporena tillåts gro innan pastöriseringen kan behandlingen alltså få större effekt. Det kan göras genom att kompostera eller blötlägga substratet under några dagar innan pastöriseringen. Substratet vattenbegjuts för att ta upp önskad vattenmängd och underlätta för sporena att gro. Sedan kan substratet pastöriseras på vanligt sätt. Vill man ha ett mycket rent substrat kan pastöriseringen upprepas med mellanperioder av avsvälning. Den temperatur som väljs beror på svampart (det vill säga krav på renhet), substrat och pastöriseringstidens längd.

Värmebehandling + biologisk behandling

Värmebehandling är också viktig inom champinjonodlingen, men då i kombination med behandling av mikroorganismer genom *kompostering*.

Vid den biologiska processen genomgår substratet en **succession**⁴⁹ av nedbrytande organismer. Därvid minskas risken för att konkurrerande nedbrytning uppstår under odlingen, vilket annars kan störa produktionen.

Under komposteringen gynnas en mikroflora, som är harmlös för svampen och som bromsar en etablering av konkurrenter. Därmed behöver ympningen inte ske under sterila förhållanden. Genom den här behandlingen får man ett *selektivt substrat*. Det innebär att substratet är speciellt anpassat för svampen.

Nackdelen är att behandlingen tar lång tid, cirka 2-4 veckor. Det innebär att metoden är relativt utrymmeskrävande.

Behandlingen delas upp i två steg: **Biologisk-kemisk uppvärmning** och **pastörisering**.

BIOLOGISK-KEMISK UPPVÄRMNING

Näringsrikt substrat tar lätt kraftig värme under komposteringen, och temperaturen kan snabbt nå 70-80 grader. Om substratet "brinner" på detta sätt efter att det ympats, så skadas mycelet, med produktionsförluster som följd. Därför är det viktigt att näringsrika substrat genomgått denna "högtemperaturfas" innan det används för svampodling. Behandlingen ger också en näringsomlagring, varvid näringen blir mer svårtillgänglig. Substratet blir då inte lika tillgängligt för bakterier och svampar, som annars skulle kunna störa produktionen.

Vid komposteringen sker en viss förlust av substrat, som avgår som bland annat ammoniak och koldioxid. Förlusterna blir mindre ju kortare tid komposteringen tar. Ännu mindre förluster fås, om substratet inte komposteras, utan endast värmebehandlas. Därmed förlorar man också den höga graden av selektivitet hos substratet, som komposteringsmetoden ger.

PASTÖRISERING

Komposteringen avslutas ofta med pastörisering, **varvid 63°C ej överskrides**. Därvid gynnas en mikroflora, som begränsar möjligheterna för konkurrerande organismer att etablera sig i substratet. Dessutom avdödas kvalster, insekter och en del sporer, som annars skulle kunna vara till besvär i odlingen. Efter en sådan behandling kan substratet ympas under förhållanden, som inte behöver vara sterila.

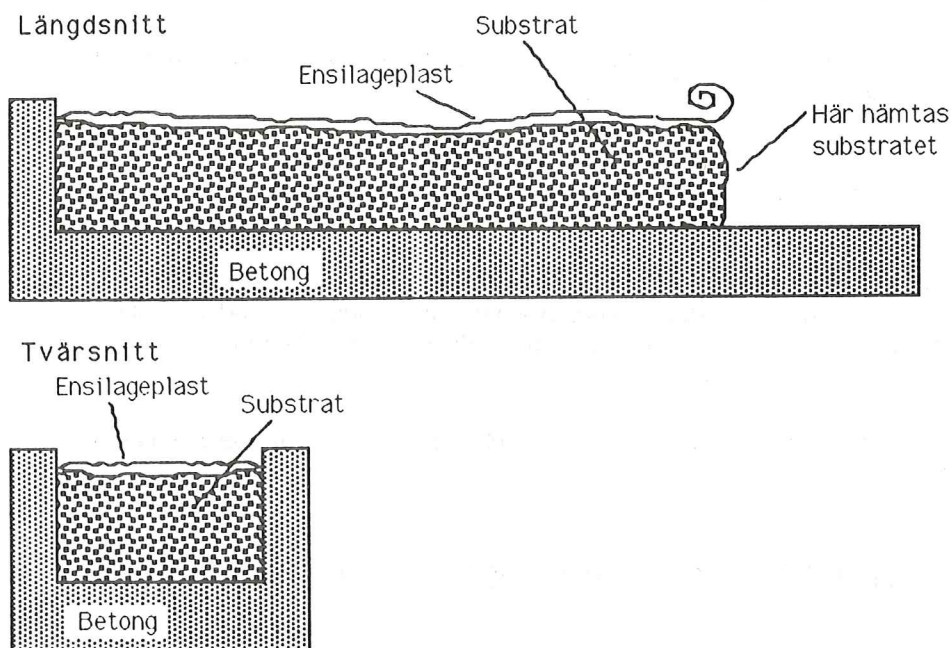
Biologisk behandling, fermentering i syrefattig miljö

Hygienisering och förvaring av substratråvaror kan ske under syrefattiga förhållanden.

FERMENTERING SOM FÖRVARINGSMETOD

Genom fermentering i syrefattig miljö kan fuktiga råvaror till substrat förvaras utan att det behöver torkas. Det sker då genom *ensilering* av råvarorna. Halm kan ensileras utan tillsats av något medel. För att det ska löna sig, så bör stora mängder ensileras.

⁴⁹ Succession: Växtföljd, se Ekologi.

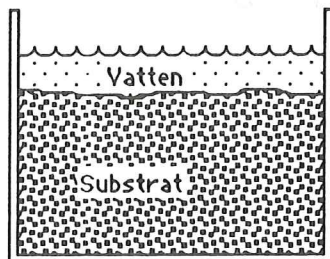


FIGUR 37: Ensilering av fuktiga substratråvaror. Substratet uppfuktas till en för ensileringen lämplig nivå, varefter det packas med kvadratisk tvärsnitt. Det är praktiskt och minimerar förlusterna. Man får räkna med att de yttersta lagren förstörs på grund av lufttillträde. Packningen av högen kan lämpligen ske med en traktor.

Efter behov kan de ensilerade råvarorna beredas för odling, genom eventuella tillsatser och pastörisering.

FERMENTERING SOM HYGIENISERINGSMETOD

Substratet kan hygieniseras genom dränkning av substratet helt i vatten. Det jäses alltså under begränsad tillgång på syre. Det är viktigt att inte någon del av substratet sticker upp ur vattnet. Annars blir det snabbt förstört och olämpligt för svampodling. Under fermenteringen sker en omlagring av näringsämnen och det etableras en kultur i substratet som inte konkurrerar med den odlade matsvampen. På så sätt får svampen ett försprång vid ympningen. Den här metoden är dock ganska osäker och fungerar enbart för snabbväxande svampar.



FIGUR 38. Fermentering under begränsat lufttillträde, här under vatten. Metoden lämpar sig främst för hobbyodlare utan tillgång till pastöriseringsutrustning.

Brun halmskivling har så aggressivt växtsätt att den inte kräver att substratet hygieniseras. Det gäller dock endast när svampen odlas på näringsfattiga substrat, exempelvis halm. Det

enda som krävs är att substratet är av god kvalitet. Det finns andra svampar som växer mycket aggressivt, till exempel honungsskivlingen, *Armillaria mellea*. Den är dock en mycket svår parasit på främst träd och orsakar omfattande skador. Odling av honungsskivling är därför direkt olämplig.

Ympning

Generellt erhålls bättre resultat ju renare det är vid ympningstillfället. Hygienkraven och ympmycelmängden varierar med svampart, substrat och substratbehandlingen innan ympningen. Platsen för ympning behöver inte vara steril, men väl rengjord. Det ställs dock höga renhetskrav på de instrument som förs in i substratet vid ympningen och som vidrör ympmycelet. Dessa bör vara sterila

Träbitar, stockar och stubbar kan ympas genom att omges med mycel eller att mycelet införs i substratet genom sågade springor eller borrarade hål. Finfördelat substrat kan blandas med ympmycelet efter hygieniseringen innan det packas i sin slutgiltiga form. Det fungerar särskilt bra för svampar som inte är så känsliga för konkurrens. Substrat för känsliga svamparter packas oftast först i sitt slutliga emballage innan det värmebehandlas och ympas. Fastmycel kan injiceras i hål i substratet, eller också öppnas påsen och mycelet sprids på ytan av substratet. De här två metoderna kan också kombineras. Flytande mycel kan vara effektiv, eftersom emballagets exponering för luften under injiceringen är minimal och mycelets kontaktyta mot substratet är stor. Det injiceras i substratet, varefter injiceringshålet i emballaget lätt kan förslutas.

MYCELTILLVÄXT

Myceltillväxten kan ta från några få veckor för de snabbväxande svamparna i inomhusodlingar, till exempel champinjon och ostronskivling, till flera år för långsamväxande svampar i utomhusodlingar, till exempel vid odling av shiitake på trästockar och tryffel i ekplanteringar. Tillväxthastigheten beror alltså på vilken svamp som odlas, under vilka förhållanden som odlingen sker och på det substrat som valts för svampen att växa på. För att få så snabb tillväxt som möjligt är det viktigt att alla miljöfaktorer närmar sig de optimala för den svamp som odlas. En enda förbisedd faktor kan omöjliggöra en kommersiell odling, till och med odling över huvud taget, av svampen.

Det är viktigt att påpeka att ympmycelets kvalitet är av central betydelse, liksom noggrannhet vid substrattillverkningen och substratets sammansättning. Det är viktigt att alla dessa faktorer samverkar för att odlingen ska lyckas.

Innan mycelet etablerat sig i substratet är det känsligt för störningar och angrepp av främmande mikroorganismer. När mycelet väl växt genom substratet är riskerna betydligt mindre.

INITIERING AV FRUKTKROPPSBILDNING

Liksom ympmycelets och substratets kvalitet och förhållandena vid myceltillväxten är *initieringen av fruktkroppsbildningen* mycket viktig för odlingsresultatet.

Om det genomväxta substratet inte är av god kvalitet, kan man inte räkna med att få någon bra avkastning. När substratet är väl genomväxt måste mycelet stimuleras för att fruktkropparna ska bildas ungefär samtidigt och bli av god kvalitet. Medan myceltillväxten

ofta sker vid en högre temperatur, vanligen kring 25°C, och konstanta förhållanden, så gynnas fruktkroppsbildningen av olika stressfaktorer. Vanliga metoder är att sänka temperaturen, öka fukthalten och luftväxlingen, och belysa substratet (se kapitel om svampens olika miljökrav, sidan 31). För att få bästa resultat bör flera faktorer samverka.

FRUKTKROPPSBILDNING

Just när fruktkropparna bildas krävs ofta speciella miljöförhållanden för att de ska få så bra kvalitet som möjligt. Det kan röra sig om speciella temperatur- och fuktförhållanden, som hålls under en eller ett par dagar medan fruktkropparna bildas.

UTVÄXT AV FRUKTKROPPAR

Under denna fas krävs noggrann miljökontroll för att få bra kvalitet på fruktkropparna. De kommer ofta i flera mer eller mindre utpräglade vågor. Substratet "töms" under skörden på näring och vatten. Under den lågproduktiva perioden återhämtar sig mycelet och växer ut ytterligare i substratet. Den ökande näringstillgången resulterar i en ny skördeperiod.

SKÖRD

Svampar har ofta mycket ömtåliga fruktkroppar, som är känsliga för temperatur och hantering. De bör skördas så att substratet inte skadas. Det innebär, att de ska vridas eller skäras loss försiktigt. Det får inte stanna kvar några rester av fruktkroppen. De angrips nämligen lätt av mögelsvampar och bakterier. Eventuell putsning bör ske direkt efter att fruktkroppen plockats. Inga substratrester bör finnas kvar på svampen, av såväl estetiska som hygieniska skäl. Helst bör odlingen bedrivas så, att man inte behöver putsa svampen efter plockningen. Putsningsproceduren kan nämligen skada svampen och därmed förkorta dess hållbarhet.

FÖRVARING, FÖRÄDLING

Fruktkropparna ska förpackas och kylas ned eller förädlas direkt efter skörd. Plockade svampar angrips lätt av infektioner som kan orsaka matförgiftningar. De är känsligare än grönsaker och de bör hanteras som kött.

Det är viktigt att svampen tas om hand direkt efter skörd. En nära marknad ska inte ge anledning för odlaren att göra avkall på den noggrannheten, för annars förlorar svampen sitt reklamvärde som "lokalt odlad svamp av hög kvalitet", ett argument som är väsentligt för den svenskodlade svampen i konkurrensen med de billigare importerade svamparna.

Förädlingen innebär alltid en förändring av svampens kvalitet. Näringsämnen förstörs, smaken och konsistensen förändras. En lyckad förädling innebär att svampens egenskaper som färsk till stor del har bevarats. Detta är dock sällan fallet. Den förädlade svampen är en annan produkt än den färska och kan inte jämföras med denna.

DISTRIBUTION

Det ställs höga krav på distributionen av färsksvamp. Däremot är de förädlade produkterna, förutom de frysta, mycket enkla att transportera, särskilt den torkade svampen, som dessutom har mycket låg vikt.

SAMMANFATTNING

- Svampodling är en areell näring
- Odling kan bedrivas i allt från svampens naturliga miljö (extensiv odling) till en artificiell, högproduktiv miljö (intensifierad odling)
- Det är en omfattande och avancerad verksamhet att bedriva kommersiell svampodling. Planering och noggranna studier av svampodlingsämnet är nödvändigt för att odlingen ska lyckas
- FIGUR 30, 31, 32 och 33 visar på odlingens olika steg
- Organiskt avfall kan användas i odlingen
- Det är viktigt att substratet håller en jämn kvalitet
- Ett viktigt moment vid substratberedningen är hygieniseringen av substratet
- Ympmycelet måste hålla en hög kvalitet
- Ympningsverktygen måste vara mycket rena
- En god hygien genom hela odlingscykeln är nödvändig för att säkerställa en lyckad odling
- Substratet är särskilt känsligt innan mycelet etablerat sig i det
- En noggrann klimatstyrning genom odlingscykeln är viktig för att hålla en god kvalitet på mycelet och för att erhålla en hög avkastning av god kvalitet
- Fruktkroppen är känslig för skador och infektioner. Hanteringen bör överensstämma med den för kött. Det är viktigt att fruktkropparna kylförvaras genast efter skörd. Dåligt hanterad svamp kan ge allvarlig matförgiftning (botulism)

EXTENSIV ODLING

ODLING PÅ TRÄSTOCKAR - ALLMÄNT

Även om en snabbväxande svampart odlas, så ger tekniken en långsam odlingscykel. Det tar oftast över ett år vid frilandsodling innan produktionen kommer igång ordentligt. Odlingresultatet blir dessutom ganska blygsamt.

Innan en odling på trästockar startas bör vissa saker uppmärksammas, som kan ha betydelse för vilken svampart som bör odlas:

- Val av träslag
- Odlingenshetens storlek
- Stockens kvalitet
- Hantering vid fällning av träd
- Val av ympmetod
- Odlinglokaliteternas beskaffenhet

VAL AV TRÄSLAG

Det är en fördel om vanligt förekommande träslag kan användas. I norra Sverige är det barrträstockar. Tyvärr finns det inte så många bland de odlingsbara matsvamparna som med framgång kan odlas på sådana. Rökslökskivlingen, *Naematoloma capnoides*, går bra att odla på barrträ, som är dess naturliga växtmedium.

Det finns dock en mängd olika matsvampar som med framgång kan odlas på lövträstockar. De olika svamparna har ofta olika favoritträslag. Det kan hänga samman med olika krav på substratets näringsinnehåll och struktur. Generellt ger dock mjukare träslag snabbare skörd och kortare skördeperiod, medan hårdare träslag kräver längre inkubationstid men kan i gengäld ge skörd under en längre tid.

Även rotvältor och stubbar kan tjäna som underlag för svampodling. Det är ett bra sätt att bryta ner träet och på så sätt få undan stubbarna. Det tar förstås några år. Det kan också vara ett sätt att förhindra spridningen av de parasitsvampar, som årligen orsakar stora förluster inom skogsbruket.

STOCKENS DIMENSION

Generellt ger smalare diametrar en snabbare odlingscykel än grova stockar. Det kan vara en orsak till att man av tradition ofta använder smala stockar i de japanska shiitakeodlingarna. Shiitake är ju en ganska långsamväxande svamp. En viktig orsak till den snabbare genomväxten är att **splinten**⁵⁰ har större andel av veden i smalare stockar. Smala stockar tenderar dock att torka ut lättare än grövre stockar. På grund av risken för uttorkning samt av hanteringsmässiga skäl brukar smalare stockar vara längre än tjockare stockar. Av samma orsak kan stockar med grövre dimensioner vara kortare.

Det är viktigt att mycelet växer genom stocken så snabbt som möjligt. Därför föredras smala stockar för långsamväxande svampar. De minsta diametrarna som används vid shiitakeodling är på 5 cm, men minst 8-9 cm brukar rekommenderas. Diametrar på upp till 18

⁵⁰ Splinten är den yttre, yngre delen av veden. Kärnveden innehåller mer av de ämnen, som hämmar svampens tillväxt.

cm eller grövre kan användas. Populärast och effektivast är diametrar på omkring 10-15 cm. För snabbväxande svampar, till exempel ostronskivling, kan grövre stockar användas, ända upp till 30 cm eller mer.

Det finns även kvalitetsmässiga aspekter på diametern. Smala stockar ger mer tunnköttiga och mindre svampar vid shiitakeodling. Det kan vara en anledning att inte använda alltför smala stockar.

FÄLLNING AV TRÄD

Det är en fördel om svampodlaren har möjligheten att själv fälla de träd som ska användas i odlingen. Den hanteringen har nämligen en viss betydelse för svampodlingens resultat.

Det är svårt att på ett enkelt sätt sterilisera eller på annat sätt hygienisera en hel trästock. Därför är det viktigt att träet har en hög kvalitet och inte är angripet av röta eller mögelsvampar. Ibland kan det vara svårt att upptäcka angrepp. På den nakna veden kan de ses som fläckvisa missfärgningar och mörka ränder. Små angrepp behöver inte ha så stor betydelse, men de är helt klart en osäkerhetsfaktor. Efter fällningen bör lavar och mossor avlägsnas, eftersom den fukt som samlas under dem kan få andra svampar att börja växa i barken och infektera veden. Ge akt på murkna grenstumpar!

Det är viktigt att **barken är oskadad**. Den fungerar nämligen som ett skydd för träet mot infektioner och uttorkning. Därför bör trädet fällas under den tid då barken inte lossnar så lätt från stammen, det vill säga under vintern. Under denna tid är också näringsinnehållet högt i stammen. Halten lättillgängliga kolhydrater börjar stiga efter höstens lövfällning för att fortsätta att göra så under vintern fram till våren. Det är dock inte lämpligt att fälla trädet under savningen. I sådant trä brukar mycelet ha svårt att tillväxa. Det kan bero på att den höga vattenhalten i veden kväver svampen.

Träden bör fällas strax innan ympningen. Helst bör det inte gå mer än ett par veckor mellan fällning och ympning.

LAGRING AV STOCKARNA MELLAN FÄLLNINGEN OCH YMPNINGEN

Ju längre stockarna får ligga, desto större är risken för angrepp och uttorkning, särskilt om de är uppsågade.

Stockarna bör förvaras med en viss omsorg. Kvista träden (undvik att skada barken!) och bemåla naket trä med kalkslamning, tjära eller dylikt. Platsen ska vara väl dränerad, luftig, skyddad och skuggad. Det är viktigt att de inte torkar ut eller utsätts för väta. Under torr eller fuktig väderlek täcks stockarna med plast eller presenning. Uttorkat trä är svårt att återfukta. Om stockarna blir blöta, så ökar risken för angrepp av bakterier och mögelsvampar.

UPPSÅGNING AV STOCKAR

Stockarna bör inte sågas upp till lämplig längd förrän strax innan ympningen. Om stockarna lagrats en längre tid, kan det vara lämpligt att såga av ett lock på några centimeter från stockändarna, för att på så sätt minska risken för angrepp. Under lagringen kan nämligen bakterier och svampar etablera sig i ändträet.

Vissa vedlevande svampar gynnas av att stockarna grävs ned en bit i marken. Jorden kan ha flera funktioner.

- Jordens mikroflora kan stimulera fruktkroppsbildningen.
- Jordlagret vid substratet bildar en näringsfattig zon, som kan stimulera bildningen av mycelsträngar, som i sin tur kan utgöra underlag för bildningen av fruktkroppar

- Svampen bildar avfallsprodukter, som i högre koncentrationer kan vara giftiga för svampen. Sådana kan absorberas av jorden, vilket underlättar svampens utveckling.

Murknande trä har en mycket sämre förmåga att suga upp vatten än friskt trä. Därför bör inte de nedgrävda stockarna vara alltför långa. 30-50 cm brukar anges som lämplig längd.

Vissa svampar kräver inte jordkontakt för att utvecklas normalt, eller stimuleras inte nämnvärt av jordkontakten. Shiitake och gelésvampar hör till dem. För att minska risken för uttorkning brukar dessa stockar vara längre än föregående typ. Därmed kan en smalare diameter användas och en snabbare genomväxtfas erhålls. Längder på 90-120 cm används. Ibland förekommer längder på 150 cm.

Det finns fler aspekter på längden av stocken. Ju längre stockarna är, desto färre blir antalet stockändar, som lätt torkar ut och angrips av konkurrerande organismer. Är stockarna långa, blir dock förlusterna större vid enstaka angrepp än om stockarna är mindre.

HANTERINGSMÄSSIGA ASPEKTER PÅ STOCKENS DIMENSION

Av hanteringsmässiga skäl bör inte stocken väga för mycket. För stora stockar blir tunga att hantera. Arbetsinsatsen är ungefär densamma för en odlingsenhet, oberoende av dess dimension. Stockarna bör alltså inte heller vara för små. Därför brukar stockarna vara tjocka och korta eller smala och långa.

STOCKARNAS FUKTHALT

Generellt gäller att fukthalten gärna kan vara lägre i stockodlingar än vid odling på sågspån. Under uppsågningen av stockarna kan man lätt avgöra fukthalten i stocken, i alla fall på ett ungefär. Krama sågspånet. Om det håller ihop är fukthalten över 60%. Lämplig fukthalt är 50-65%. Optimal tillväxt sker dock vid lägre fukthalt, cirka 45% för shiitake, men då ökar risken för uttorkning. Ett säkrare sätt är att väga sågspånet. Man kan också säga av en några centimeter tjock skiva från stocken. Torka i ugn i 105°C under natten eller tills vikten inte minskar längre. Väg och beräkna fukthalten:

$$\text{Fukthalt i \%} = \frac{\text{Färskvikt} - \text{Torrsvikt}}{\text{Färskvikt}} \times 100$$

ÅTERFUKTNING AV TORRA STOCKAR

Om ändrätet börjar spricka ökar risken för att stockarna blir för torra. Sprickbildningen kan utan fara sträcka sig från centrum av stocken till halva diametern. Såga av ett lock och känn på träet eller bestäm fukthalten enligt metoderna som beskrivs under rubriken "Stockarnas fukthalt". Återfuktning av torra stockar kan ske på olika sätt. Det är viktigt att stockarna inte är blöta längre än en vecka. Annars angrips de lätt av bakterier och svampar. En enkel metod är att vattenbegjuta stockarna på plats. Det kan ske genom bevattning ett par timmar om dagen i en veckas tid eller genom att se till att stockarnas ytor är blöta i 3-4 dagar, högst 7 dagar i sträck. En effektiv metod, som också begränsar angrepp av insekter, mögel och bakterier, är att sänka ner stockarna helt i vatten. Det är dock arbetskrävande och tidsödande. Stockarna bör inte dränkas längre än 3 dagar, varefter man bör sörja för att deras yta torkar inom ett par dagar.

YMPNING

Ympningen kan gå till på olika sätt. Gemensamt för metoderna är att en renkultur av önskad svampart förs in till splinten.

Ympningen bör ske på en ren plats, som är torr och luftig. Stocken placeras för enkelhetens och hanteringens skull på en sågbock eller dylik ställning.

Ympverktygen bör vara så rena som möjligt. För dem gärna över en låga. Det bränner bort oönskade föroreningar, till exempel sporer. Verktygen får inte vara heta när de används. Låt dem svalna innan användningen. Se till att de inte vidrör något, eftersom de då kan förorenas. Verktygen kan också rengöras med 70% sprit.

En gammal metod är att ympa med sporemulsion. Stockarna förses med hack ner till splinten, varefter de begjutes. På liknande sätt kan flytande mycel användas. Lösningen kan hållas eller borstas på eller injiceras i stocken.

En metod som är vanlig i den traditionella shiitakeodlingen i Japan är att föra in ympplugg eller kilar i borrarade eller stansade hål eller huggna hack i stocken. I Japan finns sådana kilar eller plugg att köpa. De är dyrare än ympmycel, som odlats på sågspån, men de ger en betydligt snabbare och enklare hantering.

Ympställena bör spridas så jämnt som möjligt över stocken. Ett "diamantmönster" är effektivast, om man ser till mycelet växtsätt i stocken. Det finns olika sätt att beräkna det antal ymphål som behövs. Mycelåtgången bör beräknas till 0,5-2%. Till en stock på cirka 1 meter är 15-20 ymphål lagom. För lite ympmycel ger långsam och osäker tillväxt. Ju mer ympmycel, desto snabbare etablerar sig svampen i substratet och det blir mindre risk att stocken drabbas av angrepp. Det är dock ingen idé att ta för mycket. Ympmycelmängden påverkar inte utbytet från stocken, annat än att liten mängd ger större risk för bortfall genom angrepp av konkurrerande organismer.

För borrarningen av hålen används ofta speciella bormaskiner, som arbetar vid höga varvtal (6 000 - 12 000 rpm) och med speciella borrar, som gör att hålen snabbt och lätt kan borraras till ett lämpligt djup. Hålen kan vara dubbelt så djupa än pluggen. I hålrummet bildas en fuktig miljö, som snabbt fylls av mycel. Effekten blir som om pluggen var dubbelt så långa.

Ymppluggen hamras försiktigt in i hålen, tills de är jäms med stockytan. Det är viktigt att ympet passar precis i ymphållet. Då behöver det inte täckas.

Även det torrmycel och färskmycel som finns på den svenska marknaden kan användas. Ympmycelet kan packas i borrarade eller stansade hål eller huggna eller sågade skåror. Knåda ympmycelpåsen ordentligt, så att ympmycelet blir finfördelat och lätt att använda. Öppna påsen och använd en ren sked eller tratt eller dylikt instrument.

Mycelet ska inte pressas ihop hårt, utan det ska stoppas mjukt, men det är viktigt att det inte blir hålrum. Storleken på hålen brukar variera, men 1-2 cm i diameter och 1-3 cm djupa är lagom.

När spån eller spannmålskärnor används som medium för ympmycel, så bör hålen täckas. Annars riskerar man att det känsliga ympmycelet torkar ut eller angripas av mögel. Det kan ske med tejp eller plast, som stiftas fast. Man kan även täcka hålen med barkbitar, som är stansade, så att de är något större än ymphålarna och sålunda måste pressas på plats. Annars kan de lossna vid torka. Hålen kan även täckas med vax. Ympmycelet kan då skyddas med spån från sågningen eller borrarningen. Då är risken mindre att mycelet skadas av hettan från ympvaxet.

Det gäller att täcka så stor andel av fiberändarna som möjligt med ympmycel. Därför har ympning i sågade hack visat sig effektivt. Såga 3-5 jack ner till centrum av stocken, vari ympmycel packas. Täck ympjacken med tejp eller plast, som stiftas fast. Ymphålen bör täckas för att minska risken för angrepp och, framför allt, minska fuktavgången.

Man kan även ympa vid stockändarna. Det kan räcka när korta stockar ska ympas. Såga bort en cirka 5 cm skiva från änden och sprid ympmycel på sågsnittet. Spika antingen tillbaka "locket" och försegla, eller täck ympmycelet med plast eller folie.

Ympning i båda ändar minskar risken för angrepp och ger snabbare genomväxt. Då kan dubbla stocklängden användas och stockarna sågas isär efter genomväxtfasen. Vid ympning av meterlånga stockar kan lockmetoden kompletteras med två eller flera hack, jämnt spridda över stocken.

Försegling av stockens ändar fyller samma funktion som vid försegling av ymphål. Det minskar avdunstningen och risken för angrepp. Det kan ske med plast, plastpåsar, vax eller aluminiumfolie. Kanske kan tjära eller viss målarfärg fungera bra.

Det finns också mer storskaliga metoder att ympa stockar. De går ut på att omge stockarna med ympmycel i en stuka. Den kan göras genom att stockarna grävs ner i jorden, omges med plast eller täcks med grenar och mull.

Korta stockar lämpar sig väl till att ympa i en ympgrav. Metoden kombinerar ympning och inkubation. Det är en ganska storskalig metod som kan vara effektiv.

Graven grävs i väl-dränerad jord. Stockarna staplas på varandra, inte mer än fyra i höjd och fyra i bredd. Värmeutvecklingen kan annars skada svampen. Strö ympmycel i botten, mellan stocklagren och över stockarna. Täck med plast, för att minska avdunstningen och angreppsriskerna. Lägg grenar över stockarna så att det bildas ett luftigt hålrum över dem. Det kan vara lämpligt att gå till väga på det sättet även omkring och under stockarna. Täck med halm och slutligen ett par decimeter jord. Bevattnings sker i ett grunt dike kring graven.

INKUBATION

Myceltillväxten gynnas av ett jämnt klimat. Under sådana förhållanden kan det mogna ut ordentligt för att sedan ge fruktkroppar av god kvalitet.

Stockarna kan staplas på olika sätt på en skyddad och skuggad plats, till exempel i en skogsdunge med ungräd, helst utom räckhåll för dimmor och direkt solljus. Dimmorna gör stockarna för blöta och solen torkar ut dem. Platsen bör vara luftig och tillgänglig för lätta vindar. Marken bör vara väl-dränerad. Stillastående vatten undviks. De stockar som inte ska ha jordkontakt placeras på oymgade stockar, impregnerat trä eller torrt kompostmaterial. Helst ska de inte ha kontakt med jord. Inkubationen kräver inte så fuktig miljö. Bevattnings kan normalt ske kanske en gång i veckan, beroende på vädret. Under torrare väderlek ökas bevattningen och kan företas så ofta som 2-3 gånger per dag vid torr värmebölja. Stockarna bör skyddas mot ihållande regn med väv eller plast. De bör staplas om varannan eller var fjärde månad för att befrämja jämn befruktning.

Den vanligaste orsaken till misslyckad odling är felaktig bevattning. Stockarna får varken bli för blöta eller för torra. Fukthalten i stocken bör hålla sig inom intervallet 40-70%, varken mer eller mindre. För att minska angrepp av svampar och bakterier, bör stockarna hållas något torrare än något blötare. Om ändarna på stockarna börjar spricka, så är det ett tecken på att de börjar bli för torra.

Mycelet bör växa genom stocken så snabbt som möjligt. Om det är omöjligt att hålla optimala förhållanden, bör man åtminstone sträva efter att hålla så stabila förhållanden som möjligt.

Den enklaste metoden är att täcka över stockarna. Det bör göras med ett material, som kan "andas", till exempel fiberväv eller med kompost. Lägg först ett lager kvistar närmast stockarna. Det underlättar luftcirkulationen. Komposten kan bestå av fuktad halm eller löv. Det hela täcks sedan med hålad plast med några hål per kvadratmeter, eller fiberväv. Fukt och temperatur kan styras genom bevattning och täckelsens tjocklek.

Under vintern kan stockarna täckas med snö. Snön isolerar effektivt mot sträng kyla.

Klimatet kan styras ännu noggrannare om man använder tunneltält, växthus eller speciell klimatkammare.

Den ovan beskrivna stukan kan också läggas i tunneltältet. Stockarna kan också läggas i säckar med ett antal små hål i varje säck, eller läggas i hög på plast och sedan täckas med plast eller väv. På det sättet håller stockarna fukten en längre tid efter bevattningen, smittspridning kan begränsas och utrymmet blir renare. Varje hög bör inte vara för stor, eftersom det bildas värme när substratet bryts ner av svampen. Stockarna kan också staplas öppet i tältet som i en skogsdunge, men då ökar risken för mögeltillväxt, eftersom hela luftvolymen måste hållas fuktigare.

En metod som fungerar bra och inte kräver någon byggnad är att lägga stockarna i en grop, på samma sätt som beskrivs ovan om ympgraven.

Inkubationstiden varierar med svampart, ympmycelmängd, ympmetod, substratets kvalitet och dimension samt inkubationsmiljön. Den långsamväxande shiitakesvampen kan på friland i Japan börja ge spridda svampar efter 1 år och ordentliga skördar efter 2 år. I Sverige torde motsvarande tider vara 2 respektive 3-4 år. I ett uppvärmt utrymme (17-25°C) kortas tiden till de första fruktkropparna till 6-14 månader. Snabbväxande arter, såsom ostronskivlingen, kan efter ympning på våren ge spridda svampar under följande höst. Inomhus tar inkubationen 2-3 månader.

INITIERING AV FRUKTKROPPSBILDNINGEN

Vid initieringen stimuleras svampmycelet att ställa om från myceltillväxt till fruktkroppsbildning. Omställningen sker när mycelet utsätts för stress. Svampar som får komma naturligt, ger en lägre avkastning under en längre period och fruktkropparna är ofta av lägre kvalitet. Det är viktigt att mycelet inte "pressas", vilket kan ske vid odling på friland. I stuka eller i klimatrum utsätts inte mycelet för håftiga klimatsvängningar och det är lättare att styra tidpunkten för fruktkroppsbildningen och därmed höjs kvaliteten på svampen.

Ljus krävs ofta för att fruktkropparna ska utvecklas normalt. Ljuskraven varierar med svampart och till och med mellan svampstammarna. Det har gjorts en del försök när det gäller shiitakesvampens ljuskrav. Man har funnit att ljusgenomsläppet genom barken räcker för att fruktkroppsbildningen ska stimuleras. Följ ympmyceltillverkarens instruktioner!

Ofta stimulerar kyligare sensommar- eller höstnätter fruktkroppsbildningen. Temperaturvariationer kan erhållas genom bevattning med kallt vatten. Bildningen av fruktkropparna stimuleras också av ökad fukthalt. Luftfuktigheten bör vara kring 60%, dock ej över 85 %. Annars riskerar man att ytan på stockarna möglar. Bevattning kan ske varje dag, förutsatt att stockarna inte är ständigt blöta. För att befrämja jämn fuktighet i stocken, staplas de om med några månaders intervall. Ibland behöver det inte vara nödvändigt, särskilt inte om luftfuktigheten är på en jämn och lagom nivå, och då stockarna inte bevattnas genom att duscha dem eller marken omkring med vatten.

I och med att stockarna är genomväxta, så är de inte lika känsliga för angrepp. De bör dock fortfarande torka mellan bevattningarna och inte vara ständigt blöta. De bör skyddas mot ihållande regn och direkt solljus.

Den säkraste metoden är att sänka stockarna i kallt vatten, 10-15°C, i tre dygn som mest. Då blir skörden jämnare och svamparna av bättre kvalitet.

En viktig faktor är också god luftväxling. Vid tidpunkten för fruktkroppsbildningen ställs stockarna luftigare på en ställning eller planteras beroende på svampart. I Ostasien lutas ofta stockarna mot staket av bambu. Här i Sverige kan vi slå ner pålar, som vi spänner rep emellan. En annan metod är att lägga stockarna i luftiga högar.

Stockarna som ska grävas ner, placeras skyddat. Med fördel kan tunneltält eller växthus resas över dem. En enkel metod är att lägga vallar mellan fyra rader av stockar. På vallarna läggs skivor som skydd.

FRUKTKROPPSBILDNING

Luftfuktigheten hålls genom bevattning varje dag, under torra perioder flera gånger per dag. I en enkel byggnad, t ex tunneltält eller växthus, kan luftfuktigheten höjas utan att stockarna behöver bli blöta, vilket är en fördel.

Temperaturen bör vara lägre - kraven varierar mellan olika stammar. Den ökade luftfuktigheten hjälper till att sänka temperaturen. På friland kommer fruktkropparna oftast höst och vår. Produktionen kan ske under naturliga årstider. På nordliga breddgrader är dock säsongen ganska kort, varför det kan vara nödvändigt att förlänga den på konstgjord väg, till exempel genom att placera stockarna i enkla skydd. Olika svampar har olika krav varför det är en fördel att bestämma svampsort och svampstam utifrån de förutsättningar man har. Kontakta mycelförsäljarna för närmare information.

Vanligen ger stockarna svamp under 2-6 år. Den kortare tiden för snabbväxande svampar på små stockar av mjukt träslag, och den längre för långsamväxande svamp på normalstora stockar. I Japan brukar shiitake skördas i 4-5 år. Det motsvarar 8-10 skördar. I Sverige kan vi vänta oss mindre skördar per skördeomgång. Tunneltält kan förbättra förhållandena och i uppvärmda lokaler kan skördarna tas ut året runt i en följd. Mellan skördarna krävs dock en "viloperiod" på 1-2 månader. Då tillväxer mycelet i stocken och mer näring ackumuleras inför nästa skördeperiod. Under viloperioden bör råda samma förhållanden som under myceltillväxten.

SKÖRD

Svamparna skärs av så nära stockens yta som möjligt, eller också kan man vrida av dem. Se till att inga svamprester blir kvar på stocken, eftersom de är en grogrund för mögel och bakterier.

Det är inte svampens storlek som avgör när den ska skördas. Storleken har nämligen inte ett direkt samband med mognadsstadiet hos svampen. Ofta brukar det vara lämpligt att plocka svampen medan den fortfarande är starkt konvex och har inrullad kant. Det brukar vara dags att plocka fruktkroppen då den just börjat kasta sporer. Sporererna kan ses under den mognande svampen som ett puder. Svampen bör vara vacker utan missfärgningar. Köttet bör vara fast. Om den har bruna fläckar, som så småningom blir slemmiga, och fruktkroppen verkar "vissen", är den otjänlig som människoföda. Det tyder nämligen på att svampen fått bakterie- eller svampangrepp. Det behöver inte enbart inträffa hos övermogna fruktkroppar, utan även små kan drabbas därav. Oftast är de första skördarna av högst kvalitet, både kommersiellt och biologiskt.

Vid stockodling kan man räkna med en avkastning kring 10 %. Det optimala utbytet anges till cirka 20 %.

ODLING PÅ HALM - BRUN HALMSKIVLING, *Stropharia rugosa annulata*

VAD ÄR BRUN HALMSKIVLING?

Historik

Brun halmskivling, *Stropharia rugosa annulata*, upptäcktes och beskrevs först i USA så sent som 1922. På 30-talet hittade man den även i Tyskland, Japan och Tjeckoslovakien. Dess ursprungliga utbredning är oklar. Även i Sverige finns arter av släktet *Stropharia*, men de är inte ätliga. Därför har namnet "kragskivling" dålig klang i Sverige, varför "brun halmskivling" är ett lämpligare namn på denna ätliga kragaskivling. Den har odlats sedan 60-talet. De första odlingsförsöken gjordes i Östtyskland, följt av Polen, Tjeckoslovakien och Ungern. Den har odlats mycket i Östeuropa under 70-talet och börjar även bli populär i Västeuropa och Sovjetunionen. I Östtyskland är den en mycket uppskattad svamp för hobbyodling. Det är främst där odling sker. Den sker med enkla, hobbybetonade metoder på friland. Ingen utbredd kommersiell odling sker idag, men intresset för detta ökar i Europa. Det har gjorts försök att kommersialisera svampen i bland annat Holland, men försöken har inte fallit väl ut. Den ger en mycket ojämn produktion och, inte minst, fruktkroppen har en mycket dålig hållbarhet: 3-4 dagar vid kylskåpstemperatur. Därför lämpar den sig än så länge främst för lokal, extensiv produktion. Trots detta är brun halmskivling en av de 10 mest odlade svamparna med en produktion av ca 1300 ton per år.

Beskrivning

Hatten har en diameter på 7-20, ibland 30 cm. Färgen varierar, men den i Sverige förekommande odlade varianten är röd till rödbrun. Skivorna är ljusgrå-gråblå. "Sporpulvret" är brunt-svartviolett. Foten är gulvit, upp till 25 cm hög och 2-5 cm i diameter. Köttet är fast och köttigt med mild till bitter eller svagt kryddig smak, ibland beskriven som den hos rättika.

Det höga vatteninnehållet, över 90%, ger en dålig hållbarhet hos fruktkroppen. Denna marklevande saprofyt, som främst bryter ner cellulosa, växer inte vilt i Sverige.

VARFÖR ODLA BRUN HALMSKIVLING?

Brun halmskivling är lämplig som hobbysvamp, eftersom den är motståndskraftig mot sjukdomar och skadedjur, samt är mycket tålig mot fluktuerande temperaturer. Det gör den en av de mest lättodlade svamparna, även om resultatet ofta varierar kraftigt. Den torde även vara intressant för självplock, till exempel i anslutning till andra areella näringar. Frilandsodling ger kort skördeperiod, men kan genom sina låga investeringskrav ändå vara intressant.

ODLINGSEGENSKAPER

Brun halmskivling växer helst på halm: Ren vete-, korn- eller råghalm är lämplig. Den näringsfattiga halmen och det aggressiva växtsättet hos svampen gör att pastörisering av halmen inte är nödvändig. Halmen måste dock vara av god kvalitet. Hela halmbalar kan användas, vars förbehandling endast behöver vara uppfuktning genom blötläggning eller vattning i några dagar till ungefär 70% fukthalt, varvid balarna ökar sin vikt med cirka tre gånger.

Brun halmskivling kräver jordkontakt för att fullfölja sin livscykel. Jorden ska vara väl bearbetad, varpå balarna placeras i rader med en halv meter emellan. Jorden stimulerar fruktkroppsbildningen och håller fukten hos substratet. Helst ska balarna även jordäckas. Mycelet växer ut i jorden.

Brun halmskivling är en värmekrävande svamp. Visserligen sker tillväxt vid 5°C, men mycket långsamt. Den tål kyla bra och är tolerant mot stora temperaturvariationer. Fruktkropparna kan komma inom intervallet 8-20°C. De har dock dålig hållbarhet. Den mogna fruktkroppen håller endast några få dagar vid 2-4°C. Detta talar för en lokal produktion.

Balarna kan övervintra. Kommer ingen svamp på sensommaren eller hösten vid ympning på våren, så kommer de på våren nästa år.

Odlingen är dock inte problemfri. Produktionen är ojämn och därför svår att förutsäga. Trots att odlingsmetoden generellt är billig, så kan det osäkra resultatet göra den dyr i förhållande till avkastningen. Brun halmskivling trivs vid högre temperaturer, vilket kan ge problem vid odling på nordliga breddgrader. Erfarenheterna om detta är mycket begränsade. Frilandsodlingen ger låga investeringar, men innebär att odlingen lättare angrips av mögel, sniglar, gnagare, spindeldjur och insekter. Dessutom blir produktionen säsongsbetonad, och den sammanfaller med den tid, då det normalt finns gott om svamp i markerna.

Odlingen kan intensifieras. Det innebär att halmen berikas med näringstillsatser och pastöriseras, varefter odlingen sker inomhus. Det är dock inte så intressant, främst på grund av svampens dåliga hållbarhet.

ODLING

Beredning av råvaror

Hela halmbalar kan användas. Det är viktigt att de är av god kvalitet. Det innebär att de inte ska vara missfärgade och blöta. Vattna upp balarna ordentligt. De ska öka i vikt cirka 3 gånger (72-75% vattenhalt). En omständig metod är att dränka balarna helt i vatten i ett dygn, varefter de får rinna av i ett par dygn. Enklare är att vattna balen ett par gånger om dagen i några få dagar. Även hackad halm, packad i pappådor, kan användas. Lös halm kan läggas i cirka 30 cm höga strängar.

Balarna placeras i ett skyddat läge, där de inte kan utsättas för direkt solljus.

Tillsatser

Kalk får ej tillsättas halmen. Däremot kan ett visst näringstillskott ge säkrare skörd, men ökar också kraven på renhet, och metoden kräver förmodligen att halmen pastöriseras.

Ympning

Gör hål i balarna med ett rent verktyg och peta ner ympmycelet, även det med ett rent instrument, i hålet. Tillsätt 2-3% ympmycel. Pressa igen hålet efter ympningen.

Inkubation

Innan balarna dominerats av svampen bör inkubationen ske på en ren yta utan jordkontakt. Optimal temperatur är 25-28°C, men 20-25°C fungerar bra. Man bör undvika alltför höga temperaturer, eftersom mycelet dör efter en tid vid temperaturer över 34°C. Den tål låga temperaturer bra och den klarar att övervintra. Vid 5°C sker fortfarande tillväxt, men mycket långsamt.

Det är en fördel för tillväxten om balarna täcks med halm, tidningspapper, eller vid behov plast. En nackdel med plast är att kondensen kan skada mycelets utveckling på substratyten. En genomsläpplig väv är bättre, eftersom risken för att kondens ska bildas är mindre, och den ger bättre luftväxling.

Vattna bäddarna vid behov. Vid optimal temperatur sker genomväxten på 4-6 veckor.

När balarna är genomväxta av det vita mycelet, placeras de i välbearbetad jord. Platsen ska vara skyddad från stillastående vatten, uttorkande vindar och direkt solljus.

Initieringsfas

Efter inkuberingen avlägsnas täckelsen. Balarna behöver inte jordtäckas om de är placerade i jord, men det kan vara en fördel. Täckjorden bör inte vara för steril, eftersom mikroorganismerna i den stimulerar fruktkroppsbildningen. Den ska vara ogödslad, av god kvalitet och med god vattenhållande förmåga. pH-värdet bör vara knappt eller kring 6. Neutral till svagt alkalisk jord går också bra. Täckjorden ska hållas fuktig men bör täckas vid mycket regn. Vid torrt och varmt väder duschas jorden 2-3 gånger per dag. Vid optimal temperatur tar det cirka 2 veckor för mycelet att växa igenom täckjorden. Blir mycelet synligt på något ställe, läggs ytterligare ett tunt lager jord på.

Fruktkropparnas utveckling

Utvecklingen av fruktkropparna kan ske inom intervallet 8-25°C, men 16-22 °C ger bäst resultat

De första svamparna kommer efter 8-12 veckor. Det tar omkring 10 dagar för fruktkropparna att mogna.

Skörd

Skörd sker då hatten fortfarande är välvd och lossnar lätt från foten, och då hyllet lossnar från hatten. Då smakar den som bäst. Om skörden sker senare, så får svampen en besk smak och de kastade sporerne missfärgar svamparna. Äldre svampar kan bli ihålig i foten, vilket bör undvikas.

Skörden kan komma i flera omgångar. Den första är i regel störst och varar i en veckas tid.

Vid lyckad odling kan utbytet bli kring 10%.

SAMMANFATTNING

- Extensiv odling bedrivs oftast lättast på svampens naturliga substrat
- Champinjoner, *Agaricus*, kan dock odlas extensivt på halmblandad hästgödsel
- Brun halmskivling, *Stropharia rugosa annulata*, är lättast att odla på ren halm
- Vednedbrytande svampar odlas med enklast teknik på trästockar, t ex ostronskivling, *Pleurotus*, och shiitake, *Lentinus edodes*
- Substratråvarorna bör lagras så kort tid som möjligt innan användandet
- Substratenhetens storlek är viktig för odlingsresultatet och hanteringen
- Substratets fukthalt är väsentlig för svampens aktivitet
- Det finns många metoder för ympning, men det viktigaste är att fördela ympmycelet så jämnt som möjligt i substratet
- Genomväxten underlättas av stabila, helst optimala, förhållanden. Därför är det en fördel om substratet kan täckas
- Fukthalten upprätthålls genom bevattning, men man bör undvika att blöta ner substratytan
- Vid frilandsodling riskeras odlingen att angripas av gnagare, kvalster, sniglar och insekter
- Innan svampen etablerat sig i substratet, är det känsligt för angrepp av mögelsvampar och bakterier
- Det varierande klimatet vid frilandsodling kan stressa mycelet att bilda fruktkroppar för tidigt: Skörden blir spridd och av lägre kvalitet

INTENSIVODLING

CHAMPINJONODLING

ALLMÄNT

Odlade arter

Trädgårdschampinjon, *Agaricus bisporus*, är den vanligast odlade champinjonarten. Vägchampinjonen, *A. bitorquis*, odlas också, men i mindre utsträckning, eftersom den är något mer svårodlad och dessutom avviker något i kvalitet från trädgårdschampinjonen. Nedan beskrivs trädgårdschampinjonen, om ej annat anges.

Byggnad och livscykel

Trädgårdschampinjonen skiljer sig fysiologiskt ganska mycket från de andra odlade svamparterna. Den är vad man kallar *sekundärt homothallisk*. Det betyder att den inte har något enkärnmycel; under hela livscykeln förekommer cellkärnor av två olika polaritet i cellerna. Söljor saknas. Två sporer bildas på basidiet (jfr artnamnet "bisporus"), och varje spor innehåller två cellkärnor, en av vardera polaritet.

Vägchampinjonen liknar mer en typisk *Agaricales*. Den är heterothallisk, bipolär, bildar fyra sporer på basidiet, och har ingen känd asexuell reproduktion.

Allmänt om tillväxtfaktorer

Champinjoner bryter ner och nyttjar lignin, cellulosa och andra, mer lättillgängliga, kolhydrater. Under myceltillväxten är den ligninnedbrytande aktiviteten stor, och under fruktkroppsbildningen ökar förbrukningen av kolhydrater. Tillsats av kolhydrater vid initieringen ökar avkastningen.

Champinjonerna har låg tolerans mot ammoniumsalter. Nitratföreningar bör undvikas. Kvävet tas främst upp i form av protein eller bundet till lignin och humus. Dessa ämnen bildas under komposteringen.

Tillsats av kalk neutraliserar organiska syror, som bildas i substratet av svampen. Substratet bör hålla kring pH 7 vid ympningen, och det faller något under odlingen.

En koldioxidhalt i luften på över 1% ger ett tätt och fint mycel, 2% ger god tillväxt. Vid över 3% bromsar koldioxiden mycelelets tillväxt.

Vid fruktkroppsbildningen krävs god ventilation, så att koldioxidhalten inte når över 0,1%. 0,06% anges som lämpligt.

Tillväxten av mycelet är svag vid de för myceltillväxten extrema temperaturerna 2°C och 30°C. Myceltillväxten avstannar vid 34°C, och mycelet dör efter en tid vid 35°C. Den bästa myceltillväxten sker vid 24-25°C. Temperaturer under 23°C och över 28°C ger långsammare tillväxt. Temperaturerna som anges är den i substratet. På grund av att svampen frigör energi vid nedbrytningen av substratet, så är temperaturen ett par grader högre i substratet än i luften.

Inför fruktkroppsbildningen sänks temperaturen till 17-18°C (substrattemperatur).

Vid ympning bör vattenhalten i substratet vara knappt 70%. Det har stor betydelse för produktionen. Vattenmängden i substratet påverkar nämligen substratets struktur, luftning och avkastningen

Under skördeperioden ersätts det vid plockningen förlorade vattnet genom bevattning. Vattenmängden beräknas utifrån skördens storlek.

Luftfuktighet vid fruktkropps bildning bör ligga kring 90-95%, och sänks inför plockningen till 80-85%.

Ljuset påverkar möjligen i vissa fall pigmenteringen av hatthuden, men det påverkar inte svampens tillväxt.

ODLING

Av tradition odlas champinjoner på halmblandad hästspilling. Den bereds för odling genom kompostering (värmebehandling) och pastörisering (främst biologisk process).

En metod har utvecklats i Danmark, där den vanligen 20 dagar långa komposteringen ersätts av en betydligt kortare kompostering på 5-7 dagar. Det är den senare metoden som i korthet beskrivs här.

En viktig faktor vid initieringen av fruktkropps bildningen är täckning av substratytan med ett täckjordslager.

Substrat

Man kan inte ympa färsk hästgödsel. Först måste det behandlas. Gödseln bör vara så färskt som möjligt och inte innehålla sågspån, utan underströ av halm. Gödseln ska inte vara äldre än 3 veckor och den ska vara obrunnen.

Kompostering

Under komposteringen läggs substratet i långa strängar med kvadratisk genomskärning, för effektiv luftning. Den genomkörs av en speciell *kompostvändarmaskin* flera gånger. Då blandas komposten och samtidigt tillsätts näringsämnen och vatten. Blandningen leder också till syresättning av komposten. Det inverkar positivt på mikroorganismerna i komposten. Dessutom "ympas" de delar av komposten, som haft en ogynnsam miljö för de mikroorganismer, som sörjer för de nödvändiga processerna i komposten. Det gäller främst kompostens centrala delar, där den höga temperaturen, som är ett resultat av kemiska reaktioner, slagit ut mikrofloran. Därför är det viktigt att komposten kastas om vid omläggningen, så att de yttersta delarna hamnar innerst och vice versa. Det borgar för en kompost av jämn kvalitet.

Kortidskomposteringen sker på pallar. Lufttillträdet underifrån ger en effektiv syresättning av komposten, vilket gynnar mikroorganismerna och värmestegringen. Under de första dagarna stiger temperaturen till 70-80°C i mitten av komposten, medan den är betydligt lägre i kompostens yttre lager. Under komposteringen sker ett par vändningar av högen, varvid vattenhalten justeras och extra näring tillsätts. Vid omläggningen sjunker temperaturen kraftigt, men stiger till drygt 70°C inom 1-2 dagar.

Pastörlisering

Genom pastörliseringen fullföljs näringsomvandlingen i komposten och samtidigt begränsar värmebehandlingen mängden konkurrerande organismer i komposten.

För att gynna aktiviteten i substratet blåses luft genom komposten, som recirkuleras. En viss del byts ut för att tillföra syre. Luftutbytet beror på kompostens aktivitet, tilluftens temperatur och pastöriseringsrummets isolering. Tilluften bör förvärmas, så den, oavsett utetemperatur, håller omkring 25°C. Annars kan kalla vinterdagar göra att substratet får för litet tillskott av syre. För att säkra syretillgången, bör luftväxlingen vid början av komposteringen vara minst 10%.

Temperaturen bör stiga snabbt. Antingen kan den nå önskad temperatur av sig själv, eller också tillförs ånga. Temperaturen i den övre delen av komposten brukar först stiga till nära 60°C, varefter den långsamt sänks genom reglering av ventilationen till knappt 50°C, där den hålls i några dygn. Därefter avkyles komposten genom att blåsa friskluft genom den. Hela pastöriseringsprocessen tar omkring 5 dygn.

Eftersom mycelet inte tål ammoniak, ska det inte kännas någon ammoniaklukt från den färdiga komposten.

Ympning och genomväxt av substrat

Substratet blandas med omkring 0,5 % mycel och packas i tråg, plastsäckar eller till bäddar. Efter cirka två veckor är komposten genomväxt och ett 4 cm tjockt täckjordslager appliceras. Under genomväxtfasens senare del bör temperaturen i bädden kontrolleras, eftersom substratet tar mest värme vid början eller mitten av genomväxtfasens sista vecka.

Masslöpning är en effektiv metod för mycelgenomväxt. Då kan mer odlingsutrymmen ställas till förfogande för framdrivning av fruktkroppar, eftersom genomväxten sker utanför odlingslokalerna i anläggningar, som liknar pastöriseringsanläggningen.

Initieringsfas

Täckjorden består av kalk och torv. Den ska ha en god vattenhållande förmåga. Det är viktigt att den inte är steril, eftersom mikroorganismer i den stimulerar svampen att bilda fruktkroppar.

Substratet täckes efter att det blivit genomväxt. Efter knappt två veckor vid 24-25°C rivs täckjorden och den vattenmätas. Stor vikt ska läggas vid att **rivningen**⁵¹ (kallas även **ruffling**), utförs på rätt sätt, liksom vattningen. Rivningen ger en jämnare produktion av svamp. Under skördeperioden beräknas vattningen av täckjorden efter den väntade skörden. Det är viktigt att vattningen sker vid rätt tidpunkt och med rätt mängd. Det tillförda vattnet ska mätta täckjordslagret, men det är viktigt att det inte blir något överskottsvatten, eftersom det kan dränka mycelet. Man får heller inte vattna så länge fruktkropparna är små. Efter ett par dagar ökas ventilationen så att koldioxiden drivs ut, och temperaturen sänks.

Skörd

Drygt 2 till 3 veckor efter jordtäckningen kommer de första svamparna. Efter 3-4 skördar,

⁵¹ **Rivning (ruffling)**: Täckjordslagret rivs för att ge en jämnare genomväxt av täckjorden. Det luckrar också upp jorden. Kompakt täckjord ger en mycket försämrad produktion.

det vill säga 4 veckor skörd, kan utbytet ligga kring 15 %, men nybörjare kan få nöja sig med 5-10 %. I högt drivna odlingar, bland annat de i Frankrike och Holland, erhålls utbyten på 18 till nära 30%.

SAMMANFATTNING

- Det är främst trädgårdschampinjonen, *Agaricus bisporus*, som odlas
- Den bryter ner vedämnen och kräver höga kvävehalter
- Den är inte ljuskrävande
- Halmblandad hästgödsel är basen i det traditionella substratet
- Substratet komposterar; kompostens sammansättning av mikroorganismer och näringsämnen gynnar den odlade svampen
- Komposteringen tar 1-2 veckor, beroende på metod
- Täckjord krävs för fruktkropparnas utveckling; bevattningen av denna är ett viktigt moment
- Odlingsscykeln tar cirka 6-10 veckor
- 10-15 % är ett normalt utbyte

Pastörlisering

Genom pastörliseringen fullföljs näringsomvandlingen i komposten och samtidigt begränsar värmebehandlingen mängden konkurrerande organismer i komposten.

För att gynna aktiviteten i substratet blåses luft genom komposten, som recirkuleras. En viss del byts ut för att tillföra syre. Luftutbytet beror på kompostens aktivitet, tilluftens temperatur och pastörliseringsrummets isolering. Tilluften bör förvärmas, så den, oavsett utetemperatur, håller omkring 25°C. Annars kan kalla vinterdagar göra att substratet får för litet tillskott av syre. För att säkra syretillgången, bör luftväxlingen vid början av komposteringen vara minst 10%.

Temperaturen bör stiga snabbt. Antingen kan den nå önskad temperatur av sig själv, eller också tillförs ånga. Temperaturen i den övre delen av komposten brukar först stiga till nära 60°C, varefter den långsamt sänks genom reglering av ventilationen till knappt 50°C, där den hålls i några dygn. Därefter avkyles komposten genom att blåsa friskluft genom den. Hela pastörliseringsprocessen tar omkring 5 dygn.

Eftersom mycelet inte tål ammoniak, ska det inte kännas någon ammoniaklukt från den färdiga komposten.

Ympning och genomväxt av substrat

Substratet blandas med omkring 0,5 % mycel och packas i tråg, plastsäckar eller till bäddar. Efter cirka två veckor är komposten genomväxt och ett 4 cm tjockt täckjordslager appliceras. Under genomväxtfasens senare del bör temperaturen i bädden kontrolleras, eftersom substratet tar mest värme vid början eller mitten av genomväxtfasens sista vecka.

Masslöpning är en effektiv metod för mycelgenomväxt. Då kan mer odlingsutrymmen ställas till förfogande för framdrivning av fruktkroppar, eftersom genomväxten sker utanför odlingslokalerna i anläggningar, som liknar pastörliseringsanläggningen.

Initieringsfas

Täckjorden består av kalk och torv. Den ska ha en god vattenhållande förmåga. Det är viktigt att den inte är steril, eftersom mikroorganismer i den stimulerar svampen att bilda fruktkroppar.

Substratet täckes efter att det blivit genomväxt. Efter knappt två veckor vid 24-25°C rivs täckjorden och den vattenmättas. Stor vikt ska läggas vid att **rivningen**⁵¹ (kallas även **ruffling**), utförs på rätt sätt, liksom vattningen. Rivningen ger en jämnare produktion av svamp. Under skördeperioden beräknas vattningen av täckjorden efter den väntade skörden. Det är viktigt att vattningen sker vid rätt tidpunkt och med rätt mängd. Det tillförda vattnet ska mätta täckjordslagret, men det är viktigt att det inte blir något överskottsvatten, eftersom det kan dränka mycelet. Man får heller inte vattna så länge fruktkropparna är små. Efter ett par dagar ökas ventilationen så att koldioxiden drivs ut, och temperaturen sänks.

Skörd

Drygt 2 till 3 veckor efter jordtäckningen kommer de första svamparna. Efter 3-4 skördar,

⁵¹ **Rivning (ruffling):** Täckjordslagret rivs för att ge en jämnare genomväxt av täckjorden. Det luckrar också upp jorden. Kompakt täckjord ger en mycket försämrad produktion.

det vill säga 4 veckor skörd, kan utbytet ligga kring 15 %, men nybörjare kan få nöja sig med 5-10 %. I högt drivna odlingar, bland annat de i Frankrike och Holland, erhålls utbyten på 18 till nära 30%.

SAMMANFATTNING

- Det är främst trädgårdschampinjonen, *Agaricus bisporus*, som odlas
- Den bryter ner vedämnen och kräver höga kvävehalter
- Den är inte ljuskrävande
- Halmblandad hästgödsel är basen i det traditionella substratet
- Substratet komposteras; kompostens sammansättning av mikroorganismer och näringsämnen gynnar den odlade svampen
- Komposteringen tar 1-2 veckor, beroende på metod
- Täckjord krävs för fruktkropparnas utveckling; bevattningen av denna är ett viktigt moment
- Odlingscykeln tar cirka 6-10 veckor
- 10-15 % är ett normalt utbyte

ODLING AV OSTRONSKIVLING PÅ HALM

ALLMÄNT

Namn

Ostronmussling eller ostronskivling är ett över världen vida använt namn: Austernpilz, Oyster mushroom... Det beskriver fruktkroppens utseende. Namnet omfattar ett 40-tal arter. Den mest kända är *Pleurotus ostreatus*, allmän ostronskivling.

Beskrivning

Hatten är normal till ganska stor i storlek, 5-30 cm bred. Den är tungformad eller trättformad, torr, slät, särskilt äldre har ibland ett vitt ludd. Färgen varierar med art och växtförhållanden. De blir mörkare vid kallare och ljusare förhållanden, och vice versa. Det förekommer vita, brunfärgade, gula, skåra, stålblå med flera färger. Lamellerna är vit- eller gråaktiga, nedlöpande, ganska täta. Foten är vanligen excentrisk eller sidoställd. Hos sporfattiga varianter är den dock ofta mittställd och hatten trättformad. Köttet är vitt och mjukt, i foten och med åldern segare. Lukten är mild och aromatisk, smaken mild men typisk. Mycelet är vitt. Sporererna är också vita.

Hållbarheten beror på fukthalten i fruktkroppen, men motsvarar ofta eller är något sämre än den för champinjoner. Ostronskivlingen har ömtåliga fruktkroppar. Hatten spricker lätt upp radiellt. De kan lätt skadas även vid varsam hantering. Den går utmärkt att torka, varvid lukt och smak förstärks och konsistensen blir fastare

Det finns ostronskivlingar som växer i Sverige. Ingen av dem har dock uppmärksamats som matsvampar.

Fysiologi

Fysiologiskt är ostronskivlingen en "typisk" hattsvamp. Den bildar vanligen fyra encelliga basidiesporer

Fruktkroppen bildar en stor mängd sporer, som kan skapa problem vid odling. Sporproblemet är en viktig orsak till utvecklingen av odlingen av den här fina matsvampen inte gått så fort som den egentligen förtjänar. Sporallergi kan vara en mycket oönskad erfarenhet. Sporfattigare varianter finns att tillgå, men deras kvalitet har inte accepterats fullt ut, även om de varianterna används till 90% i Sverige.

Ekologi

Ostronskivlingen lever på försvagade eller döda lövträd, och växer huvudsakligen i den tempererade zonen. Den förekommer även i den subtropiska zonen. Dess stora spridning över jorden gör att det finns många variationer och arter. Det ger ett bra underlag för odlingen. Den är en effektiv nedbrytare av lignin och cellulosa.

Livscykel

Ostronskivling är en ganska snabbväxande svamp. Mycelet kan leva i många år och klarar att övervintra vid låga temperaturer. Den växer ganska snabbt genom en ympad trästock. De första fruktkroppar kan komma på hösten efter ympning på våren. Sedan kommer de under vår och höst i några års tid, beroende på stockens storlek. Fruktkroppen bildas och mognar

på några dagar.

Näringskrav

Ostronskivlingens näringskrav är låga. Den växer snabbt och ger bra avkastning på ren halm. Ökad produktion kan ske med näringstillskott, men då ökar man också hygienkraven i odlingen. Ostronskivlingen är en effektiv ligninbrytare. Närvaro av cellulosa stimulerar ligninbrytningen.

Nitriter och nitrater är dåliga kvävekällor, medan protein och ammoniumsalter är bra. Den är dålig på att utnyttja urea.

Fukthalt

Cirka 70-75% brukar anges som praktisk fukthalt i halmsubstrat.

Substratform

Ett tunt substrat ger kortare odlingscykel och högre avkastning. Ju större volym ett substrat har, desto större blir förbränningstemperaturen i substratets mitt. Är substrattjockleken för stor, riskerar mycelet i mitten av substratet att dö av den förhöjda temperaturen. Dessutom sker diffusionen långsammare i större substratenheter. När man odlar på säckar rekommenderar man därför inte större säckdiameter än 30-35 cm.

Andning

Grövre bitar och lös packning ger ökad andning och snabbare tillväxt. För små bitar och för kompakt substrat ger långsammare tillväxt. Lämplig storlek på halmstråna är 1-5 cm. Om fint substrat används är det bra att blanda det med grövre bitar. Halmen får dock ej vara för löst packat, eftersom det går åt energi åt att överbrygga avstånden mellan partiklarna.

Klimatbehov

Generellt gäller att mycelltillväxten gynnas av stabila förhållanden, medan fruktkroppsbyggnad är ett svar på förändringar i miljön. Ostronskivlingen kan ge fruktkroppar i mörka lokaler med begränsad luftväxling. Dessa fruktkroppar blir dock kraftigt missbildade.

Temperaturbehandlingen varierar i olika odlingar och länder. Olika stammar har olika temperaturkrav. Tillväxtoptimum varierar mellan 25 och 28°C. De tål låga temperaturer mycket bra och övervintring utomhus i Sverige bereder inga problem.

Vilken som är den lämpligaste temperaturen för fruktkroppsutvecklingen beror på art och stam. Generellt är den mellan ungefär 8 och 28°C. De i Sverige odlade arterna och stammarna kräver mellan 10 och 20 °C. Tillväxthastigheten hos fruktkropparna beror till stor del på temperaturen.

Mycelgenomväxtfasen kräver inte ljus. Däremot krävs ljus för fruktkropparnas utveckling. Effekten sprids inte till oexponerade delar av mycelet. Behovet är omkring ett par hundra lux per dag under 12 timmar. Ljusintensiteten påverkar pigmenteringen av fruktkropparna. Vid begränsad belysning blir de bleka.

Luftfuktigheten bör ej understiga 70%. Under fruktkroppstillväxten krävs hög luftfuktighet. Lämplig nivå är 80-90%.

Under genomväxtfasen är kraven på luftväxlingen låga. Förhöjda halter av koldioxid stimulerar myceltillväxten, ända upp till 15-20%. Vid 30% koldioxidhalt börjar dock tillväxthastigheten att avta. När mycelet mognat tillräckligt ökas luftväxlingen. Bortvädringen av koldioxiden stimulerar fruktkroppsbildningen. Då bör inte halten överstiga 0,06% och luftväxlingen bör vara 8 gånger per timme.

ODLING

Odlingsmetoden liknar den för shiitake. Halm är ett populärt substrat i Sverige. Även sågspån och olika växtavfall kan användas. Det är mest praktiskt om substratet inte är särskilt näringsrikt.

Halmsubstrat

Ofta krävs inte några särskilda tillsatser. En vanlig blandning består av halm med en tillsats av 1% kalk till halmens torrsvikt. En viss inblandning av något näringsrikare substrat, till exempel hö, kan ge ett bättre odlingsresultat. Med den förhöjda näringshalten i substratet följer också ett ökat krav på hygien i odlingen.

Främst brun halmskivling och ostronskivling går bra att odla på ren halm. Det ger enkla beredningsmetoder för dessa svampar.

För att intensifiera produktionen av brun halmskivling krävs dock tillsatser i substratet. Föränderlig tofsskivling och rökslöjskivling växer långsamt på halm. Även vinternagelskivling och shiitake fungerar dåligt på ren halm. För dessa svampar är det alltså nödvändigt att berika halmen. Det kan ske med sågspån, kli, m m.

Fördelen med halm är att det är vanligt förekommande, billigt, lätt att hantera. Dessutom är dess relativt låga näringsinnehåll en fördel från hygienisk synpunkt. Berikade substrat kräver mer av värmebehandlingsutrustningen och renlighet, vilket komplicerar odlingsförfarandet. Till exempel hö är ganska näringsrikt, vilket gör att det bör användas med försiktighet.

Näringsrika substrat kan behandlas genom kompostering eller fermentering, som vid odling av champinjoner på hästgödsel.

Havrehalm kan användas som näringstillskott. Främst brukar halm av råg, korn eller vete rekommenderas.

INKÖP

Det förekommer två former: Småbalar och storbalar. De kan vara olika hårt pressade. Småbalarna är rektangulära block och brukar väga kring 15 kg och är lättast att hantera vid småskalig odling. De allt vanligare storbalararna väger 100-150 kg och ger en tyngre hantering.

I Norrland får man räkna med att tillgången på halm är ojämn. Om man någon gång blir tvungen att köpa halm från södra Sverige, bör man se till att få ner transportkostnaderna genom att utnyttja långtradare som "går tomma". Frakten brukar kosta ungefär lika mycket som själva halmen. Du måste räkna med att snabbt kunna tömma långtradaren. För det krävs en traktor. Det är en fördel om odlaren kan odla sitt substrat själv.

LAGRING AV HALM

Helst ska råvarulagret vara så litet som möjligt, men det lönar sig inte i småodlingar att

hålla alltför små lager. Odlar man substratet själv, är det lämpligt att lagret täcker årsbehovet. Om substrat köps in, kan det egna lagret vara mindre.

Halmen ska vara torr och se frisk ut. Ju längre halmen lagras, desto större risk att det förfärs. Halmen kan lagras utomhus, om byggnader inte finns tillgängliga. Lägg halmen på trallar och täck med plast eller presenning. Titta till laget då och då och se till att allt står väl till.

Ensilagemetoden:

Med ensilagemetoden kan fuktiga råvaror lagras. Det är särskilt lämpligt i nedlagda ladugårdar. Halmen hackas till 2-3 cm bitar, läggs i silon och packas med en traktor. Det hela täcks med plast. Exponerad halm förstörs inom ett par dagar. Under ensileringen sjunker pH-värdet från cirka 7 till cirka 5,5. Det stabiliseras efter en månads tid. pH når inte det typiska 4, på grund av det näringsfattiga substratet. Ensileringen kan göras utan någon förbehandling annat än hackning och justering av fukthalten. Helst bör stora mängder ensileras. Det minskar yta/volym-förhållandet och därmed minskas de förluster som brukar uppstå i ytskiktet.

Substratberedning

Det innehåller följande moment: Hackning, blötläggning, pastörisering/fermentering, ympning, packning. Ordningföljden varierar något med odlingsmetoden.

HACKNING

Hackelsemaskinen bör dels klippa halmstråna i längder om 1-5 cm, dels krossa eller slita isär dem. Halmen har nämligen ett vaxliknande skikt, som gör dem vattenavstötande. Dessutom ökar krossningen kontaktytan i substratet. Det är en fördel om dammet avlägsnas från halmen.

BLÖTLÄGGNING

Halmen bör blötläggas *efter* hackningen. Blöt halm tenderar att sätta igen hacken.

Genom blötläggningen ökar fukthalten i substratet. I torr halm brukar den vara kring 16%. Efter blötläggningen bör den hålla 60-70%. För torr halm försvårar för enzymaktiviteten och transporten av näringsämnen i substratet. För blöt halm vädrar bort den tillväxtgynnande och lättlösliga koldioxiden, men framför allt begränsas tillväxten av den dåliga tillgången på syre, eftersom det är svårslösligt i vatten.

Lagom uppblött halm ska hålla samman vid sammanpressning och fukta handflatan. Möjligen ska några droppar kunna pressas fram, men det får inte drypa om det. För torr halm vattnas mer. För blöt halm tillåts rinna av. Överskottsvatten i packade säckar kan avlägsnas genom ett snitt i plasten. Det ökar dock risken för angrepp av konkurrerande organismer, men även själva vattenöverskottet kan leda till att substratet angrips.

Uppblötningen kan ske vid olika tidpunkter i beredningen. Det sker dock alltid efter hackningen. Det är säkrast att fukta innan pastörisering. Det är bekvämt att blötlägga substratet i själva pastöriseringsanläggningen, men det sänker kapaciteten på anläggningen högst väsentligt.

Halmen vattnas rikligt i tre dagar. Helst ska den vändas ett par gånger för jämn befuktning. En effektiv metod är att sänka halmen helt i vatten. Den torra halmen måste tvingas ner

under vattnet, eftersom den flyter bra. Om man inte har utrustning för detta, till exempel kar med lock som kan låsas fast, eller roterande tunnor, så är metoden arbetsam för större mängder.

Blötläggning och pastörisering kan ske i mjöltkankar.

En arbets- och platsbesparande metod är att blöta halmen efter pastöriseringen. Torr eller lätt fuktad halm pastöriseras. Den varma halmen kyls sedan med vatten innan ympningen och packningen. Metoden är dock osäker och brukar kombineras med kemiska bekämpningsmedel. Metoden går alltså inte att använda i Sverige av den orsaken.

FERMENTATION I SYREFATTIG MILJÖ

Fermentering som enda hygieniseringsmetod ger ett alltför osäkert resultat för kommersiell odling. Den bästa metoden är pastöriseringen. Vid fermentering och kompostering försvinner lättlösliga näringsämnen. För svampar med inte så stora näringskrav kan det vara en fördel, till exempel för ostronskivlingen.

Behandlingen sker vid låg syrehalt. Halmen dränks helt i vatten under 2 veckor, något längre vid kallare årstider. Om temperaturen når under 10°C bör fermenteringen ske i ett uppvärmt utrymme. Den får inte fortgå under för lång tid, över tre veckor. Då blir halmen lätt förstörd och lämpar sig inte för odling. Det kan bero på att tillväxthämmande substanser i halmen brutits ned. Under blötläggningen suger halmen åt sig mycket vatten. Det gäller att se till att hela halmmassan är under vatten, annars angrips den snabbt. Bubblor på ytan och i behållaren visar att jäsning kommit igång.

Halmen ska ha följande egenskaper efter fermenteringen:

- Den ska lukta som svamp och får inte ha lukt av ammoniak eller på annat vis lukta illa
- Den ska vara lös och inte sitta ihop i klumpar
- Färgen kan vara ljusgul eller något mörkare, men inte mörkt brun eller svart. Sådan missfärgning tyder på att halmen varit i kontakt med luft och den är därmed olämplig att använda i odlingen.

EMBALLAGE

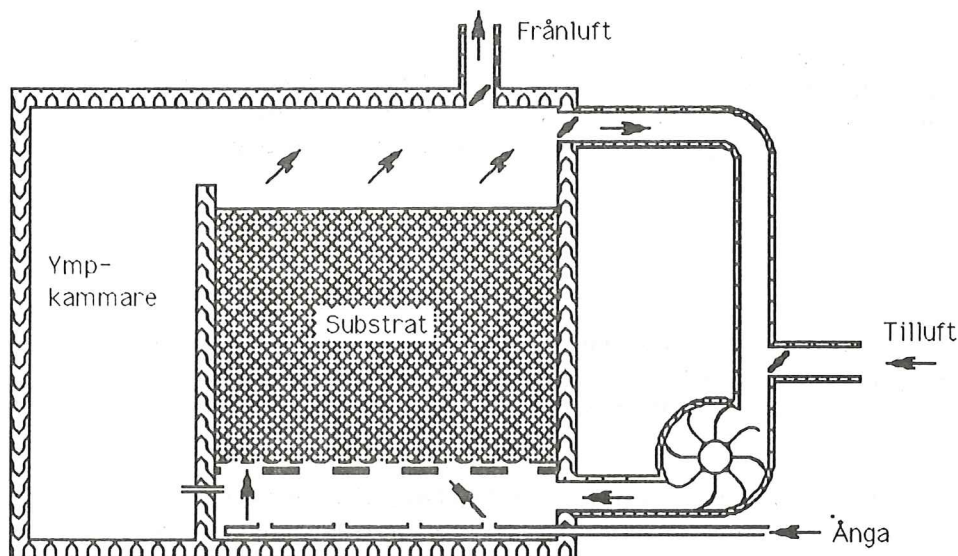
Det har finns en mängd olika metoder för förpackning av substratet. Glasburkar och plastburkar om cirka 1 liter är populära i Ostasien. De fylls, steriliseras och ympas maskinellt. På senare tid har plastpåsar rönt allt större uppskattning, eftersom de ger en ekonomisk och enkel hantering. Substratet kan även packas i tråg, som kan rymma flera hundra kilo substrat. Stående tråg brukar ofta ha ett rör genom mitten, för avkylningens och andningens skull.

Plastpåsar är ett lämpligt emballage för nybörjare och mindre odlingar. De är billiga, tar liten plats och är lätta att hantera.

Generellt ger smalare emballage snabbare och högre avkastning än tjockare. Det är vanligare med större emballage vid ostronskivlingodling än vid odling av shiitake. Det är rationellare, och ostronskivlingen är ändå ganska snabb. Ympmetoden medger också större emballage. Vanliga dimensioner är 10-25 kg. Däremot bör inte diametern överstiga 35 cm. Om substratet har för grov diameter hindras andningen i dess centrala delar och temperaturen kan lättare stiga till för mycelet skadliga nivåer.

För stora emballage räcker ofta inte "skorstenseffekten" för effektiv andning. Då märks en betydligt snabbare tillväxt om emballaget har ventilationshål. Genom dessa kommer sedan svampen. Plasten behöver då aldrig tas bort. Det ger renare lokaler och mindre risk för

infektion. Dessutom styrs lättare antalet bildade fruktkroppar och önskad storlek kan erhållas. Den metoden lämpar sig för ostronskivling.



FIGUR 39: Pastöriseringsrum. Rummet kan efter pastöriseringen användas för ympning.

PACKNING AV SUBSTRAT

Ostronskivlingen ställer inte så stora krav på renhet och noggrannhet. Därför kan substratet ympas och packas efter pastöriseringen.

Substratet fylls i sitt emballage och ges sin slutliga form. Efter att mycelet växt ut i substratet, så håller det samman även när emballaget avlägsnas.

Substratet packas väl och ska sluta tätt mot emballagets väggar. Luftfickor kan ge ojämn produktion och försämra utbytet. Lös packning gör att emballaget utnyttjas dåligt, men det får inte heller packas för hårt. Substratet ska kännas ganska stumt när man trycker på det. Ofta räcker det med att säcken dunsas mot golvet under packningen. Det ger en jämn packning av substratet och eliminerar bildningen av luftfickor. Innan säcken försluts kan en extra pressning göras. Om säckarna ska stå upprätt, kan de fås att stå lättare om påsens hörn viks så att botten blir rektangulär.

I mindre odlingar kan packningen ske för hand. I en sådan odling inser man dock ganska snart fördelen med att mekanisera den hanteringen så mycket som möjligt, eftersom den annars är mycket arbetsintensiv och tung.

PASTÖRISERING

Pastöriseringen sker i speciella kammare. Ånga tillförs och recirkuleras med fläktar. En viss del friskluft tillförs, bland annat för att inte koldioxidhalten ska bli för hög och för att reglera temperaturen. Pastöriseringen kan ske med olika program. Odlaren får pröva sig fram till vilken metod och vilka tider som är bäst i just hans anläggning.

Lokal för ympning

Lokalen bör vara ren. Normalt räcker det med att städa det som man städar odlingsutrymmena. Emellanåt kan det ångas, rökas eller belysas med UV-ljus. UV-lamporna ska placeras med cirka 2 m mellanrum. En bra metod är om pastöriseringskammaren kan användas vid ympningen. Den lokalen är ju ren efter pastöriseringen.

Ympning

Efter att halmen svalnat till 25°C kan den ympas.

Kläder och utrustning som används vid ympningen bör vara rena.

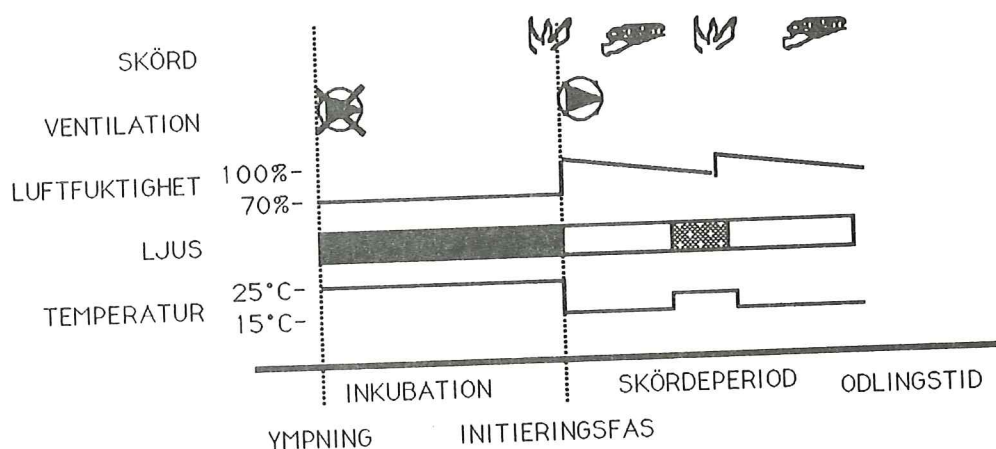
Det är vanligast att fast färskmycel används. Påsen med fastmycel knådas så att kornen frigörs från varandra. Det finns olika metoder att föra in ympmycelet i substratet.

Den enklaste och snabbaste metoden är att blanda ympmycelet med halmen innan den packas i påsarna. För att genomväxten ska gå så fort som möjligt, bör avståndet mellan ympmycel och oympat substrat vara så litet som möjligt. Det bästa är alltså att blanda ympmycelet så jämnt som möjligt i substratet.

Genomväxtfas (Inkubation)

Mycelet får växa ut fullständigt i substratet under mörker i 3-5 veckor, 25°C. Ljus kan störa utvecklingen mycelet, eftersom det kan ha betydelse för utlösningen av fruktkroppsbildningen.

Det viktigaste är att sörja för stabila förhållanden. Temperaturen bör hållas på så jämn nivå som möjligt. Även om bra genomväxt kan erhållas vid lägre temperaturer, bör den hållas kring ympmyceltillverkarens rekommendationer. Luftfuktigheten behöver inte vara så hög under den här fasen, eftersom substratet är packat i plastpåsar. Om påsarna är hålade bör den inte understiga 70%. Luftväxlingen kan vara snål. Mycelet trivs bra med förhöjda halter av koldioxid. Det är tacksamt, eftersom energiförbrukningen kan hållas på en låg nivå.



FIGUR 40. Lämpliga klimatförhållanden vid odling av ostronskivling, *Pleurotus*. Vid en skördeomgångs slut ökar risken för att missbildade fruktkroppar ska bildas. Detta kan motverkas genom att hålla ett klimat som missgynnar fruktkroppsbyggning. (M) = missbildade fruktkroppar. (O) = ventilation.

Initiering och fruktkroppsutveckling

Fruktkropparna kan bildas i mörker, men blir då vita och missbildade, som rosetter eller korallliknande utväxter utan hattbildning. I ett tidigt stadium kan de stimuleras att utvecklas normalt när belysning sätts på och temperaturen sänks, men de kan också stanna i utvecklingen och skrupna, särskilt om luften varit torr under mycelutväxtfasen.

När mycelet täcker ytan kan det vara dags för initieringen. Det kan vara en fördel att låta genomväxten pågå cirka en vecka till, så att mycel och substrat hinner mogna ordentligt. Om fruktkroppar börjar komma under den mörka fasen är det dags för initieringen. Inom en eller två veckor efter "initieringen" kommer fruktkropparna.

"Initiering" innebär att ljuset slås på och temperaturen sänks. Den relativa luftfuktigheten bör höjas till 90-95% de första dagarna, för att därefter sänkas till 80-90%. Ostronskivlingmycelet bildar inte samma hårda skal (*sklerotium*) som shiitakemycelet gör på substratyten. Det gör ostronskivlingssubstratet känsligt för uttorkning och mekanisk åverkan.

Efter skörden får säckarna stå i 10-14 dagar innan nästa skörd kommer. Under den tiden kan ventilationen minskas och lamporna släckas. Det kan förbättra mycelets nedbrytning av substratet och därmed ge bättre följdskördar. Minskad ventilation och ökad temperatur gynnar dock utvecklingen av mögelsvampar och insekter. Åtminstone tre skördar brukar tas, men även upp till 5-6 skördar kan tas. Här får odlaren pröva sig fram vad som fungerar bäst för hans odling.

SAMMANFATTNING

- Ostronskivlingar (*Pleurotus*) är ett artrikt släkte och ett stort antal arter odlas
- Några arter finns i Sverige, men de används inte som matsvamp
- De odlade varianterna håller ofta en god kvalitet som matsvamp
- Ostronskivlingarna är vanligen tungformade med kort sidoställd fot
- De växer naturligt på stubbar och trädstammar
- De har låga näringskrav och är därför lättodlad
- De kan med framgång odlas på ren halm
- Substratet behandlas genom pastörisering, behandlingstiden varierar efter metod från några timmar till några dygn
- De koloniserar lätt och snabbt substratet
- Fruktkroppsbildningen initieras genom förändringar i odlingsklimatet samt belysning
- Odlingscykeln är normalt 6-10 veckor lång, varvid två eller fler skördar tas
- Utbyte kring 10-15%

ODLING AV SHIITAKE PÅ SPÅN

ALLMÄNT

Namn

Vetenskapliga namn: *Lentinus edodes*, *Lentinula edodes*. (edodes=ätlig). Japan: Shiitake. Kina: Shiang-gu. Sverige: Siitake, shiitake(vanligast). Fritt översatt "ekmussling" eller "ekskivling", vilket dock inte används. Shiiträdet, en *Pasania*-art, är en av shiitakesvampens värdväxter.

Beskrivning

Hatten är 4-15 (20)cm bred, till en början rundad, vid mognad välvd, senare fördjupad, ofta då med puckel. Den är torr, lite luden, med mörkare zoner, centrum och fjäll, ibland med radiella och även tvärgående ljusare fåror, särskilt vid kanten. Färgen är gråbrun till rödbrun, blekare mot kanten. Lamellerna är vita eller gräddfärgade, med åldern något mörknande med rödbruna fläckar, särskilt vid tumning. De är vidväxta eller urnupna, kan ibland verka fria. Lamellerna är ganska täta till täta. Foten är 1-2 cm bred, 3-10 cm hög, mittställd eller excentriskt placerad beroende på växtlokal, ibland med ribblik fortsättning av lamellerna. Foten är tjockare på mitten eller vid basen, ljus brunaktig, ljusare närmare hatten. Köttet vitt och köttigt fast. Det blir med åldern segare. I foten har köttet en brun anstrykning. Där är det ofta hårdare och segare. Dess lukt är aromatisk och smått sötaktig, smaken är kryddig och den kan förnimmas länge efter intagandet. Mycelet är vitt, sporavtrycket likaså.

Dess relativt låga fukthalt, 80-90%, gör att den och är mycket hållbar - upp till 3-4 veckor vid kylskåpstemperatur. Den lämpar sig alltså utmärkt för att distribueras i färskt tillstånd. Shiitake är mycket tålig vid hantering, men för att behålla den höga kvaliteten bör den hanteras varsamt. Den går också utmärkt att torka, varvid lukt och smak förstärks.

Shiitake är närbesläktad med den i Sverige förekommande syltsvampen, *Lentinus lepideus*, som kan ställa till stor skada i tryckimpregnerade träkonstruktioner, till exempel järnvägssyllar. Släktet *Lentinus* är nära besläktat med släktet *Panus*.

Fysiologi

Fysiologiskt är shiitake en "typisk" Agaricales. Den är heterothallisk och tetrapolär. Parkärnmycelet har söljor. Den bildar vanligen fyra encelliga basidiesporer. Hymeniet består uteslutande av basidier.

Sporerna gror lätt men förlorar snabb sin grobarhet. Nya sporer har en grobarhet av 90%. Efter tre månader är den bara någon procent. Enkärnmycelet innehåller oftast flerkärniga celler. Hyllet är dåligt utvecklat. Utvecklingen av fruktkroppen benämns *pseudoangiocarpus*. Det innebär att hymeniet under tidig utveckling är naket. Det täcks snart av en tunn hinna, som bildas då hyfer från hattkanten växer fast på foten. Det bryts under tillväxten och hymeniet exponeras, sålunda påminnande om hyllet hos champinjoner.

Ekologi

Shiitake lever i naturen på döda ädellövträdstammar och -grenar. Den är icke patogen, utan är en ren saprofytt. Den har en stor spridning i Ostasien, men dess förekomst är sällsynt. Den förekommer från svalt tempererade till varmt tropiska regioner. Den är fysiologiskt homogen. Det kan bero på den utbredda odlingen. Förutom lättillgängliga

näringsämnen, så bryter den ner cellulosa och lignin. Shiitake är alltså en *vitträtesvamp*, till skillnad från *brunträtesvampar*, som inte bryter ner lignin.

Livscykel.

Det kan ta åtskilliga år för shiitake att fullborda sin livscykel i naturen. Sporerna gror och växer till ett primärt mycel. Detta växer ganska långsamt. När fusion sker med ett mycel av motsatt polaritet, bildas ett parkärnmycel, som växer betydligt snabbare. Trots detta är shiitake en relativt långsamväxande svamp. Odlingsscykeln är mer än dubbelt så lång jämfört med ostronskivling. Mycelet kan leva i många år och klarar att övervintra vid låga temperaturer, även vid sådana temperaturer som brukar råda i Sverige under vintrarna. Det kan ta många år innan mycelet tagit upp tillräckligt med näring för att bilda fruktkroppar. I stockodlingar på friland tar det i varmt klimat 1-2 år, i kallare 2-4 år innan mycelet växt igenom stocken och mognat tillräckligt för att fruktkropparna ska bildas. I naturen kan det ta betydligt längre tid, från det att sporer under gynnsamma omständigheter (Temperatur, fukt, näring) gror tills fruktkropparna bildas. De kommer under vår och höst. Det tar en halv till flera veckor för fruktkroppen att utvecklas och mogna, beroende på klimat och stam.

Näringskrav

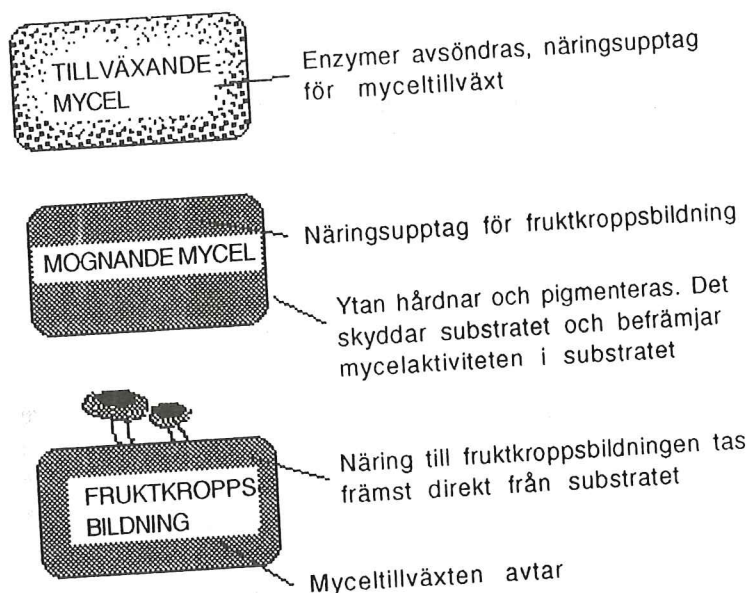
Behovet av tillsatser beror till stor del på vilket substrat som används. Svårigheten är att substratet i en praktisk odling inte är exakt definierat. Huvudsakligen är koncentrationen av socker och stärkelse begränsande faktorer, samt kväve och lignin. *Socker* och *stärkelse* ger snabbare tillväxt av mycelet, ger högre avkastning och har stor betydelse för svampens förmåga att etablera sig i substratet. Däremot är den dålig eller ordinär på att utnyttja *cellulosa*. När svampen bryter ner stockar, behåller dessa sin fiberkaraktär under många år.

Kväve understödjer främst mycelltillväxten, men har fördröjande effekt på fruktkroppsbildningen. Nitriter och nitrater är dåliga kvävekällor, medan protein och ammoniumsalter är bra.

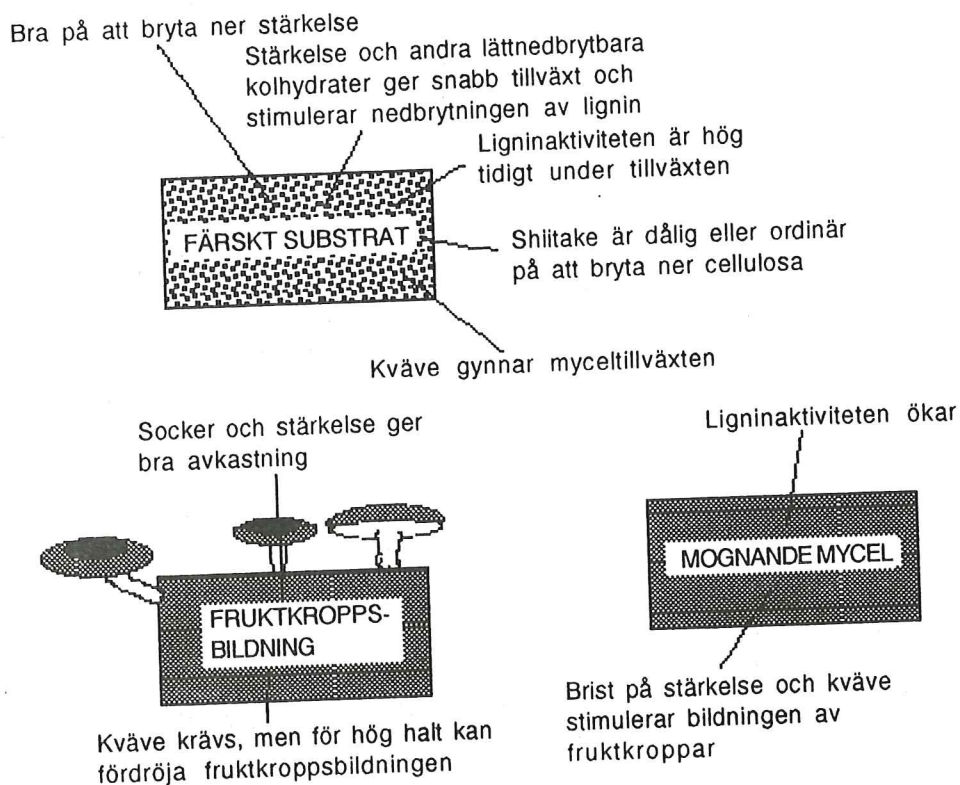
Ligninaktiviteten är stor redan någon vecka efter ympning och intensifieras då mycelet blir kompaktare och förbereder sig för fruktkroppsbildning. Tillsats av lättnedbrytbara polysackarider, till exempel stärkelse, stimulerar ligninaktiviteten i kombination med snabb tillväxt.

Det är typiskt att basidiesvampar bildar fruktkroppar som svar på näringsbrist och klimatförändringar. Främst brist på stärkelse och kväve stimulerar bildningen av fruktkropparna.

Basidiesvampar bildar ofta en mängd fruktkroppsanlag. Alla utvecklas inte till fruktkroppar, utan skruppnar. Orsaken kan vara begränsad tillgång på näring och vatten. *Näring till de växande fruktkropparna tas huvudsakligen från substratet och erhålls inte i lika hög grad från själva mycelet.*



FIGUR 41: Mycelets tillväxt och mognad hos shiitake, *Lentinus edodes*., under odling.



FIGUR 42: Viktiga näringsämnen för tillväxt och fruktkroppsbildning. För riklig tillsats av näringsämnen ökar risken för att konkurrerande organismer etablerar sig i substratet. **Fukt**

50 % fukthalt i spåns substratet ger bäst tillväxt, men eftersom tillväxten avstannar under 45%, så är 60-65 % mer praktisk fukthalt, och den tillväxtförsämring som det ger är marginell. Det är särskilt viktigt att förhindra uttorkning inför fruktkroppsbildningen. Avkastningen storlek och kvalitet beror till stor del på mängden vatten i substratet. Mer än

70% fukthalt krävs för att det ska bildas normala fruktkroppar. Om substratets fukthalt justeras till inledningsvis 60%, ökar den under tillväxten. Vid pigmenteringen av sklerotiet har den ökat till 70%. Vid tiden för bildandet av knölarna i sklerotiet är den uppe i 78%. Den här utvecklingen säkrar en god skörd. Den andra skörden kräver ofta att substratet dränks. Vid första skörden har nämligen en stor mängd vatten gått åt genom avdunstning och till bildningen av fruktkropparna (de innehåller ju mycket vatten). Dessutom stimulerar dränkningen enzymaktiviteten.

Substratform

Smal form ger snabbare och högre avkastning. Större diameter ger större men färre svampar och lägre avkastning.

Substratpackning

En spånstorlek på 1-3 mm brukar vara lämpligt. Om fint substrat används är det bra att blanda det med grövre bitar. Spånet får inte vara för löst packat, eftersom det går åt energi att överbrygga avstånden mellan kornen. Det bör inte heller pressas ihop, eftersom ett kompakt substrat försvårar för svampens andning.

Klimatbehov

Myceltillväxten gynnas av stabila förhållanden, medan fruktkropps bildning är ett svar på förändringar i miljön. Fluktuationer i temperatur leder till att de luftexponerade hyferna bildar en tät matta, som kallas *sklerotium*. Denna differentiering är en förutsättning för fruktkropps bildningen.

Temperaturbehandlingen varierar i olika odlingar och länder. Olika stammar har olika temperaturkrav. Vid låga temperaturer kan ett mycel växa ut ganska bra i ett substrat, men kan då inte ta upp tillräckligt med näring, vilket ger låg avkastning eller abnorma fruktkroppar. Mycelet har brett tillväxttolerans: 5-35°C. Under 5 och över 35 avstannar tillväxten och vid högre temperatur dör mycelet efter en tid. Däremot tål det låga temperaturer mycket bra och övervintring utomhus i Sverige bereder inga problem. Tillväxtoptimum varierar mellan 20 och 28°C. Vanligen ligger den kring 25°C. Vissa typer tillväxer inte över 26°C.

Den optimala temperaturen för fruktkropps bildningen är vanligen högst 15-20°C. Avkastning och utseende varierar med temperaturen under fruktkroppsutvecklingen. Temperaturer över 15-16°C tenderar att ge en minskad hattdiameter och en längre fot. Därför är 15°C ofta en lämplig temperatur vid fruktkropps bildning.

I Ostasien finns olika "temperaturstammar", där lågtemperaturstammar bildar fruktkroppar vid temperaturer under 10°C, mellantemperaturstammar 10-20°C och högtemperaturstammar kring eller över 20°C.

Alla ljuskrävande svampar verkar beroende av samma blåljusstimulerade pigment, som utlöser fruktkropps bildningen eller sporfrigosningsmekanismen. Ljuskraven varierar med substratsammansättning, stam och miljö. Mycelgenomväxtfasen kräver inget ljus. Den brukar ta cirka en månad. Generellt krävs ljus för att fruktkropparna ska utvecklas normalt. Kraven är små, men belysning bör ske under den senare delen av den vegetativa fasen samt under fruktkroppstillväxten. Shiitake har "ljusminne". En kort ljusintensitet kan inducera fruktkropps bildning senare, och fruktkropparna kan då bildas i mörker. Effekten sprids inte till oexponerade delar av mycelet. Under mörka förhållanden blir hatt och lameller underutvecklade och sporbildningen avtar. Dessutom blir inte pigmenteringen av fruktkroppen normal. Liknande effekter fås om vissa våglängder avskärmas med färgat papper. Till och med för mycket ljus kan störa fruktkroppsutvecklingen. Arbetsbelysning

under 8 timmar per dag ger tillräckligt med ljus för att fruktkroppsbildningen ska ske normalt. Vanliga lysrör fungerar bra.

Vid myceltillväxten krävs inte så hög luftfuktighet, eftersom substratet är inneslutet i plast. 60-75% brukar vara lagom. Om bomullsproppar används som filter, så bär inte luftfuktigheten överstiga 60%. Annars kan bomullen angripas av mögelsvampar. Under fruktkroppsbildningens första dygn ger en luftfuktighet på 90 % en ökning av antalet hattceller. Efter detta sänks luftfuktigheten till 80% för att undvika att foten överutvecklas.

Variation i luftfuktigheten kan stimulera fruktkroppsbildningen. Torrare perioder, följt av fuktigare, kan stimulera mycelet på ett effektivt sätt att bilda fruktkroppar. Dränkning stimulerar enzymaktiviteten och vädrar bort koldioxiden ur substratet, vilket gynnar fruktkroppsbildningen. Vid dränkningen uppstår också en viss syrebrist i substratet, vilket också kan ha betydelse för "initieringen".

Den första månaden, då mycelet växer ut i substratet, är kraven på luftväxling låga. Förhöjda halter av koldioxid stimulerar myceltillväxten. När substratet börjar bli knöligt kan man börja snitta plasten för att påskynda pigmenteringen av sklerotiet och därmed gynna svampens mognad. Pigmenteringen är nämligen en oxidationsprocess. Kraven på luftväxling blir i och med detta större.

Inledningsvis bör pH vara kring 5-6. Under mycelets tillväxt avsöndras organiska syror och sjunker pH till omkring 3,5-4,5. Där ligger också det mest gynnsamma värdet för fruktkroppsbildningen.

Ju längre mycelet får växa vid högre temperatur, desto större men färre blir fruktkropparna. Ett tidigare temperaturfall ger fler men mindre fruktkroppar. D v s den tidigare metoden kräver större yta för vegetativ tillväxt och högre temperaturer, men kan vara ekonomisk på grund av att större och färre fruktkroppar kan plockas. Den senare metoden kräver mer plockningsarbete för samma skörd i vikt, men även den kan vara ekonomisk, eftersom odlingscykeln är kortare.

Svampens svar på olika behandlingar beror på vilket substrat och vilken stam som används.

Generellt ernås ett större utbyte med längre inkubationstid. Om skörden inträffar två månader efter ympning blir fruktkropparna lätt få, sporadiska och av dålig kvalitet. Vid 3,5-5 månader blir skörden riklig och av bra kvalitet. Mycelet får inte heller bli för gammalt, högst 6 månader rekommenderas.

Substratet är vanligen genomväxt av mycel efter en månad. Efter 3 månader är mycelet "moget" och kan initieras för fruktkroppsbildning. Därefter kan skördeperioden vara i cirka två månader dagar vid uttag av två skördar.

ODLING

Substrat

Vanligen används sågspån som bas för substratet. Detta kompletteras med tillsatser för att ge en snabbare odlingscykel och högre avkastning. Det är särskilt noggrant vid odling av shiitake, eftersom det är en långsamväxande svamp.

Shiitake är ganska dålig till ordinär på att bryta ner cellulosa. Däremot är den bra på att utnyttja lignin och stärkelse. Det finns ett samband mellan lignin, tillväxthastighet och kolhydrater. För att samtidigt erhålla effektiv ligninbrytning och snabb tillväxt krävs

tillgång på lättillgängliga kolhydrater, som stärkelse och socker.

Därför brukar man tillsätta spannmålsrester till sågspånet. Även andra råvaror för kolhydrater kan användas.

Visserligen kan tillväxten och avkastningen ökas genom tillsats av stora mängder stärkelse och socker, men det är inte särskilt praktiskt. Ju näringsrikare substratet är, desto större är risken att konkurrerande organismer etablerar sig i substratet. Därför bör det hållas så näringsfattigt som möjligt.

RÅVAROR

Sågspånet bör inte vara för finfördelat. 1-3 mm kornstorlek brukar rekommenderas. Problemet är att få tag på sågspån av rätt kvalitet och sammansättning. Lövträspån brukar rekommenderas. Möjligen kan barrträspån användas, men det måste komposteras under cirka ett åt innan användningen, varvid tillväxthämmande ämnen urlakas. Alspån, björkspån, häggspån och rönnspån fungerar utmärkt. Massaved är billig, men nackdelen är att den kanske inte är sorterad i de träslag man är intresserad av.

EMBALLAGE

Det har använts en mängd olika metoder för packning av substratet. Glasburkar och plastburkar är populära i Ostasien. På senare tid har plastpåsar blivit vanligt. De ger ett enkelt handlag och god ekonomi. Även trälådor och trådbackar har använts. Det som är enklast att använda är plastpåsar. De är billiga, tar liten plats och är lätta att hantera.

Av tradition använd små substratemballage. Eftersom shiitake är långsamväxande, är det extra noga att gynna snabb tillväxt. Det minskar risken för att konkurrerande organismer får överhanden. Substratenheter på 1-5 kg är vanligt, även omkring 10 kg har använts. Det viktiga är att diametern är liten. Den optimala diametern är kring 15-20 cm. En smal diameter ger snabbare odlingscykel och högre avkastning. De kan också vara i form av tunna block. Nackdelen med små substratenheter är att de innebär mer arbete vid packning och förflyttning samt att de torkar ut lättare.

PACKNING

Vid höga krav på renhet är det lämpligt att packa substratet innan värmebehandling och ympning. Packningen kan gå till på olika sätt. Gemensamt för metoderna är att substratet inte ska pressas ihop. När ett substrat är genomväxt, hålls det samman av mycelet. Det är dock viktigt att det packas med ett lätt tryck, så att det sluter tätt mot emballaget. Luftfickor kan nämligen ge ojämn tillväxt. Idag finns inte någon vedertagen metod i Sverige, utan fortfarande finns behov att utveckling av tekniken i shiitakeodlingen.

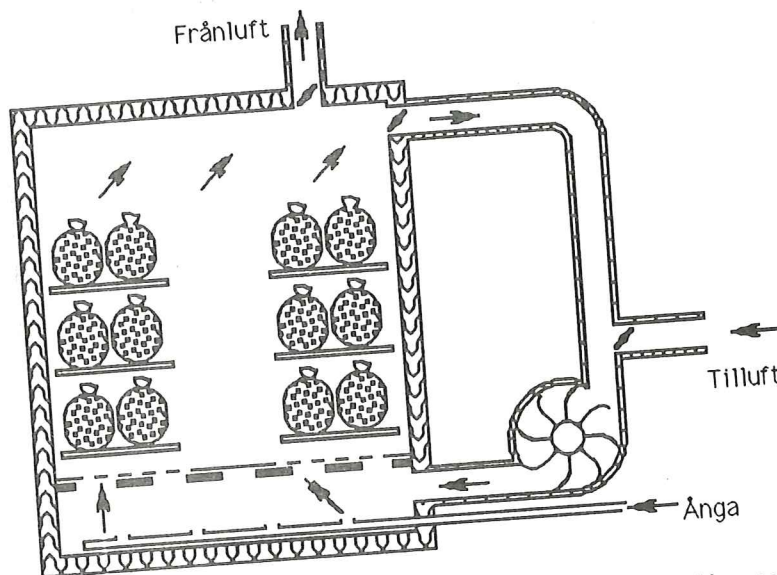
PASTÖRISERING

Den populäraste metoden är att sterilisera substratet. Det sker antingen i en autoklav eller med övertrycksånga. I Ostasien används även enklare teknik. 200-liters oljefat används. Dessa enheter är dock för små för att fungera i en kommersiell odling, utan lämpar sig bättre för hobbybruk.

På senare tid har det uppmärksamats att sterilisering inte är nödvändig. Pastörisering duger för att hygienisera substratet. Det finns olika metoder för detta. Utrustningen är dock i

stort densamma, oavsett metod.

Antingen förslutes säckarna löst med t ex gummiband eller förses med bomullspropp. För att proppen ska kunna appliceras samtidigt som påsen sträcks över substratet, fästes en hals på påsen. Påsen träs genom halsen, som kan vara en bit värmetåligt plaströr, och viks över halsen och fästes med en gummisnodd. En bomullstuss används som propp och aluminiumfolie viks över proppen. Påsarna ställs in i pastöriseringsrummet. Se FIGUR 43.



FIGUR 43: Pastöriseringsrum. De lägst placerade påsarna skyddas med skivor mot direkt exponering av ånga. Rummet kan efter pastöriseringen användas för ympning.

Lokal för ympning

Lokalen bör vara ren. En bra metod är om pastöriseringskammaren kan användas vid ympningen. Den lokalen är ju ren efter pastöriseringen. Om det inte är möjligt att göra detta, så kan lokalen rengöras med ånga eller genom installation av UV-lampor. Dessa ska placeras med ca 2 m mellanrum. Om påsarna måste förflytta till ympningsrummet, så bör de ställas in i detta med påslagna UV-lampor under 20-40 minuter. Ympningen kan även ske i ett ympskåp, men det är omständigare och begränsar kraftigt mängden som kan ympas under en ympningsomgång.

Ympning

Efter att påsarnas innehåll svalnat till 25°C kan de ympas. Det finns även olika metoder för ympning.

När man ympar bör man bära speciella kläder för detta ändamål: Rock, hårskydd, munskydd samt speciella skor eller skoöverdrag. Kläderna ska endast användas för detta ändamål och ska vara rena, helst hygieniserade.

UV-lamporna slås av och rummet beträdes. Det är vanligast att fastmycel används. Påsen med fastmycel knådas så att kornen frigörs från varandra. Det finns olika metoder att föra in ympmycelet i substratet.

Den enklaste metoden är att hålla ner ympmycel i påsen. Tiden då den är öppen ska vara

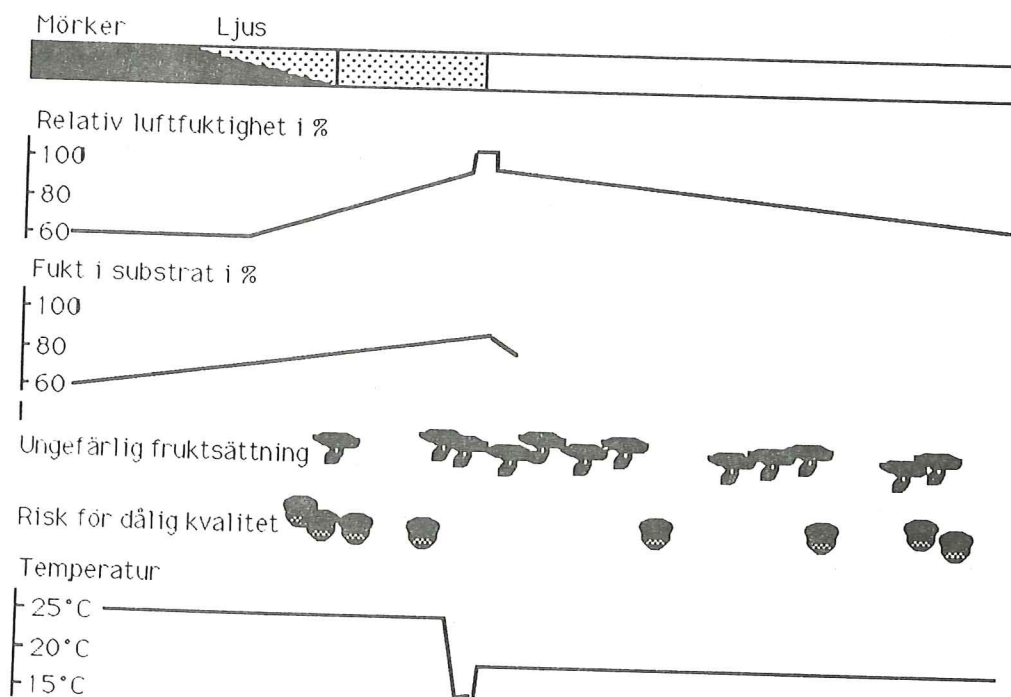
så kort som möjligt. Skaka runt mycelet så att hela ytan täcks. Med den metoden får inte substratet vara för djupt. För att genomväxten ska gå så fort som möjligt, bör avståndet mellan ympmycel och oympat substrat vara så litet som möjligt. Det kan minskas genom att göra ett hål mitt i substratet innan pastöriseringen. Det ska ha formen som en inverterad kon, och ger en effektivare genomväxt av substratet.

Fastmycelet kan även "injiceras". Hålen kan sedan förslutas, enklast med tejp. Med den metoden kan förmodligen ympningen automatiseras på ett enkelt och effektivt sätt.

Den storskaligaste metoden är att använda flytande ympmycel. Det är dock besvärligare att hantera i mindre odlingar, eftersom det ställer höga krav på hygien. Det flytande mycelet injiceras med kanyler. I samma ögonblick som kanylen dras ut ur substratet, försluts ymphållet. Det flytande mycelet får en bra kontakt med substratet, vilket ger en effektiv etablering av svampen i substratet.

Inkubation

Det finns olika sätt att förodla mycel. Främst ska man följa ympmyceltillverkarens rekommendationer.



FIGUR 44: Klimat vid odling av shiitake.

Följande metoder brukar användas. Mycelet får växa ut fullständigt i substratet under mörker i 30-70 dagar, 20-25°C. Efter den behandlingen täcker ett vitt mycel substratyten. Det bör inte ta längre tid. Fukthalten i luften kan hållas låg, eftersom emballagen är förslutna. Om påsarna är förslutna med bomullsproppar bör en viss luftfuktighet hållas, så att substratet inte torkar ut. Som tidigare har nämnts, så bör den dock inte överstiga 60 %.

Initiering av fruktkroppsbildning

Initieringen består av två steg:

- Bildning av sklerotium
- Chockbehandling

Efter 30-70 dagar ska mycelet dominera substratet. Då bildas ett tjockt myceltäcke på substratytan. Detta sklerotium blir med tiden allt knöligare. För att ytan ska utvecklas på ett bra sätt, bör det ha tillgång till luft. Påsarna öppnas försiktigt. Tidpunkten för öppnandet av påsarna kan ibland vara svår att bestämma, eftersom mognaden ofta sker ojämnt. Tättslutande påsar kan snittas på de ställen, där mycelet börjat bilda ett kraftigt och knöligt sklerotium. Vid snittningen är det viktigt att inte skada substratytan. Nu börjar sklerotiet brunfärgas. Denna pigmenteringsprocess kräver syre. Pigmentet har en skyddande funktion, precis som hos svampar med färgade sporer.

Om emballaget öppnas för tidigt, torkar substratet ut för mycket och innanmätet i substratet riskerar att bli för torrt för att ge en god skörd av bra kvalitet.

Vid tidpunkten för påsarnas successiva öppnande, bör substratet belysas. Ljuset gynnar pigmenteringsprocessen och stimulerar bildningen av normala fruktkroppar. Luftfuktigheten bör ökas, för att förhindra att substratet torkar ut.

Sklerotiet är inte nödvändigt för fruktkroppsbildningen, men det är ett effektivt skydd för substratet mot mekanisk åverkan, avdunstning och mikroorganismer. Samtidigt ser det till att hålla koldioxidhalten på en hög nivå i substratet, vilket gynnar myceltillväxten. Det fungerar alltså som barken på en trästock. "Nakna" substrattytor, som inte utvecklat det skyddande sklerotiet, angrips lättare av mögelsvampar.

Sklerotiet blir med tiden allt knöligare. Dessa knölar innehåller förstadier till fruktkropparna. De flesta av dessa förstadier fullföljer dock inte sin utveckling. Efter en tid, 2-2,5 månader efter ympningen, upphör nybildningen av knölar.

Detta substrat, fuktigt inuti och torrt på ytan, är det bästa för bildning av fruktkroppar. När substratet börjar snittas, bör luftfuktigheten ökas. Det minskar risken för att substratet ska torka ut. Ofta behövs inte substratet bevattnas eller blötläggas, om det behandlas på rätt sätt. Om fukthalten skulle sjunka under 70% bör substratet vattnas eller blötläggas,

Mycelet kan börja belysas efter att det växt ut i substratet, det vill säga efter 30-70 dagar. Den installerade arbetsbelysningen är bra. Den bör vara påslagen 8 timmar per dag. För lite belysning ger sämre avkastning, liksom extrem sådan. Om fruktkropparna kommer för tidigt, kan det kanske bero på att substratet belysts för tidigt.

Chockfasen innebär att mycelet utsätts för kraftiga klimatförändringar. Det ger en samlad skörd av jämn kvalitet. Metoderna kan variera i detalj, men principen är densamma. Fukthalten i substratet och luftfuktigheten ökas, och temperaturen sänks. En vanlig metod är att dränka substratet helt i kallt vatten under 1-3 dygn. En annan metod är att bevattna substratet kraftigt under motsvarande tid. Den här behandlingen är särskilt viktig inför andraskörden, eftersom substratet förlorat mycket vatten vid den första skörden. Vid första skörden kan det räcka med att sänka temperaturen i odlingsrummet, öka luftfuktigheten och vända substratet upp och ner, så att vattnet fördelas mer jämnt i det.

Det är viktigt att inte sätta in initieringsfasen för tidigt. Mycelet måste tillåtas mogna ordentligt för att hinna bryta ner substratet ordentligt. Annars kan skörden äventyras. Det får heller inte vara åldrat. Tidigast 60 dagar kan initiering ske, och senast 180 dagar. Annars bildas abnormala fruktkroppar och avkastningen blir låg. 90-120 dagar brukar vara lagom.

Vid fruktkroppsbildningen bör ventilationen vara god. Fruktkropparna missgynnas av hög koldioxidhalt och låg syrehalt.

Fruktkroppsbildning

Tidpunkten för fruktkroppsbildningen kan bestämmas genom att se hur de första fruktkropparna som kommer ser ut. Om de är missbildade, så har initieringen skett för tidigt.

Efter chockbehandlingen kan man gynna fruktkroppsbildningen genom att variera klimatet. Bra produktion och kvalitet kan uppnås genom temperaturvariationer på 3-9°C omkring 15°C

När fruktkropparnas förstadier utvecklas bör luftfuktigheten vara hög, kring 90%. Det stimulerar celldelningen i hatten. Efter detta bör den sänkas till 80%. Annars kan foten bli för lång.

Det tar 3-4 dagar för de små "knopparna" att utvecklas till plockningsmogna fruktkroppar. Den första skörden varar vanligen i 7 dagar.

Efter skörden tar det 1-2 veckor innan nästa skörd kan tas. Under den tiden kan mycelltillväxten gynnas, så att nedbrytningen av substratet sker effektivt. Det kan påverka följskördarna positivt. Var dock försiktig med att höja temperaturen, eftersom det också gynnar mögeltillväxt. Över huvud taget, så ökar riskerna för misslyckanden och angrepp av konkurrerande mikroorganismer ju längre substratet vistas i odlingen.

Efter skörden är det viktigt att placera fruktkropparna i kylskåpstemperatur (2-4°C) så snart som möjligt. Fruktkropparna "dör" inte vid skörden, utan fortsätter att utvecklas och kasta sporer. Processen bromsas upp genom nedkylning.

SAMMANFATTNING

- Shiitake, *Lentinus edodes*, representeras av en art, som är vida spridd i Ostasien
- Den har en särpräglad smak och har en hög kulinarisk kvalitet
- Den lever på att bryta ner dött trä
- Generellt har den högre näringskrav än ostronskivlingar och lägre än champinjonerna
- Den tål konkurrens dåligt och den växer långsamt
- Sågspån eller annat fibermaterial kan användas som substratbas
- Ofta höjs halterna av kolhydrater (i form av stärkelse) och kväve (i form av proteiner) i substratet genom tillsats av exempelvis kli
- Substratet måste behandlas noggrannare än för ostronskivling: Autoklavering och pastörisering är vanliga metoder
- Ljus, inkubationstid och vattenhalt i substrat är viktiga faktorer för att erhålla en skörd av god kvalitet
- Fruktkroppsbildningen initieras med en temperatur- och vattenbehandling
- Odlingscykeln är på 3-6 månader, varvid ett utbyte på 10-20% erhålls

ODLING AV ANDRA MATSVAMPAR

VINTERNAGELSKIVLING

ALLMÄNT

Namn

Vetenskapligt: *Flammulina velutipes*.

Trivialnamn: Vinterskivling, vinternagelskivling. I Japan: Enoki, enokitake.

Historia

Denna svamp har använts som mat i flera århundraden. Den odlades först i Japan, där den är mycket populär, eftersom den tros vara bra för hälsan. Den kommersiella odlingen började 1956, men kom igång ordentligt först 1965, då det utvecklats ett automatiskt system för beredning och ympning av substrat. Odlingen idag är helt artificiell, och metoden är i princip den samma som för shiitake, nameko m fl vednedbrytande svampar i Ostasien. Den lär även odlas i Nordamerika och Europa. Den produceras och säljs i hela USA i små paket under det japanska namnet.

Den här svampen är idag mindre intressant för en svensk marknad. Det är dock en mycket "egen" svamp, och den kan ha sin nisch. I Ostasien odlas den så att fötterna blir långa och slanka, och påminner om sparris. Hatten på dessa fruktkroppar blir starkt underutvecklad.

Beskrivning

Hatten har en diameter på 2-5 (10) cm. Den är tunn, seg, klibbig eller slemmig. Dess färg är gul, blekt rödgul eller brungul med mörkare mitt. Foten är 3-10 cm hög och 0,4-0,6 cm bred. Fruktkropparna kommer under senhösten fram till vårvintern. De tål att frysa och torka: Vid upptining och återfuktning fortsätter de att kasta sporer och utvecklas normalt. Smaken är mild och sötaktig men särpräglad. Lukten är sötaktig.

Vinternagelskivlingen förekommer allmänt i hela Sverige, tuvad på döda eller skadade stammar och rötter av lövträd, särskilt sälg.

Vinternagelskivlingen är en ganska typisk hattsvamp. Den har fyra "kön" (tetrapolär). Den har en ovanlig egenskap: Fruktkroppar kan utvecklas på enkärnmycel. Dessa är mindre än de fruktkroppar, som bildas på parkärnmycelet.

Odlingsegenskaper

Vinternagelskivlingen odlades förr på trästockar. Fruktkropparna fick dock inte den kvalitet som önskades.

Den är relativt lättodlad och bildar lätt fruktkroppar på syntetiskt laboratoriesubstrat. Den verkar ha få specifika näringsbehov, men en viss mängd fosfor gynnar fruktkroppsbildningen. Myceltillväxten kräver i sammanhanget normala temperaturer, omkring 25°C, men fruktkroppsbildningen sker bäst vid ganska låga temperaturer, omkring 10°C, särskilt om god kvalitet eftersträvas. Högre temperaturer ger en snabbare fruktkroppstillväxt, men de blir då av sämre kvalitet.

Det låga kravet på luftväxling vid mycelltillväxten samt det låga temperaturkravet vid fruktkroppstillväxten ger en låg energiförbrukning under den kalla årstiden. Däremot blir värmen på sommaren ett problem vid fruktkroppsframdrivningen.

ODLING

Substrat

Tidigare användes lövträspån blandat med majsmjöl. Idag används dock barrträspån blandat med riskli. Spånet komposteras i 1/2 -1 år innan det används. Det är nödvändigt att laka ur tillväxthämmande ämnen.

3-4 delar spån blandas med 1 del kli. Vid framställning av ympmycel tillsätts istället 10 delar spån till 1 del kli. Vattenhalten justeras efter blandningen till 60-65%.

Blandningen fylls i literstora flaskor av glas eller plast, eller i motsvarande plastpåsar. I flaskorna ryms cirka 550 g substrat. Dessa försluts och hygieniseras vid lågt tryck och 100°C under 4 h eller autoklaveras under 1 h i 120°C.

Ympning

Ympningen görs efter att substratet svalnat. Ca 1,7-2% ympmycel strös på substratyten. Ofta stansas även ett hål genom substratet innan pastöriseringen, som sedan fylls med ympmycel.

Inkubation

Mycelet växer inom temperaturintervallet 0-34°C. Vid 0°C är tillväxten långsam men märkbar. 22-26°C ger bäst mycelltillväxt, men av ekonomiska skäl är en temperatur på 18-20°C vanlig.

Inkubationen tar 20-25 dagar. Då har genomväxten skett till åtminstone 90%. Vid 25°C brukar inkubationstiden vara 20 dagar.

Initiering av fruktkroppsbildning

Initieringen är en ganska komplicerad procedur för vinternagelskivlingen. Huvudmetoden är att temperaturen sänks. Fruktkropparna bildas vid 10-20°C. Vid 15°C bildas förstadierna väl inom ett dygn. Metoden är oftast som följer:

Ympmycelet tas bort från substratyten och flaskan placeras i ett mörkt rum. Temperaturen hålls på 10-12°C. Luftfuktigheten är 80-85%. Efter 2 veckor börjar fruktkropparna komma.

Fruktkroppsutveckling

Inför fruktkroppsbildningen placeras flaskorna lutande. Därmed undviks kondens att ansamlas på substratyten, som ger dåliga fruktkroppar. Den höga luftfuktigheten som krävs ökar också risken för kondens.

Förstadierna kan induceras i mörker, men ljus krävs för att de bildade fruktkropparna ska utvecklas normalt. I praktiken slås ljuset på under bildningen av förstadierna, men det släcks

efter att förstadierna är bildade. Detta stimulerar foten att sträcka på sig.

Hög halt av koldioxid stimulerar också fotsträckningen, men för höga värden kan hindra dess utveckling.

När förstadierna bildats sänks temperaturen till 3-5°C. Kraftiga luft rörelser stärker fruktkropparna och gör dem torrare och vitare, vilket anses vara bra. Högre temperatur ger snabbare tillväxt men sämre kvalitet.

Efter 5-7 dagars behandling har fruktkropparna blivit 2-3 cm höga och temperaturen hålls kring 3-10°C och luftfuktigheten justeras till 75-80%.

När fruktkroppen är ett par cm från kanten, sätts kragar på flaskorna. De är oftast av vaxat papper, men även plast kan användas. Vid användning av plastpåsar, viks helt enkelt kanten upp till en krage.

Kragen ökar luftfuktigheten och koldioxidhalten. Det stimulerar den önskade förlängningen av fötterna. Kragen håller även de rankiga fruktkropparna upprätt.

Skörd

När fruktkropparna är 13-25 cm höga, skördas hela klungan. Vid det laget står svamparna som en kvast från substratytan. Hattarna är underutvecklade, Det är, som ovan nämnts, fötterna som anses ha kulinariskt värde. Hela odlingscykeln har en längd på 50-60 dagar. Den första skörden kan ge 100-140 g svamp. Mer sällan tas en andra skörd, som kan ge ytterligare 60-80 g. Denna brukar dock ge fruktkroppar av betydligt sämre kvalitet. Siffrorna gäller för en 800 ml flaska.

SAMMANFATTNING

- Vinternagelskivlingen, *Flammulina velutipes*, är anpassad till att växa vid låga temperaturer
- Den är en vednedbrytare, som är lätt att odla på olika fiberavfall
- Den här svampen odlas främst i Japan
- Myceltillväxten sker vid för svampodling normala temperaturer, cirka 25°C
- Fruktkroppsbildningen initieras med en köldchock
- En speciell odlingsteknik används för att eliminera den slemmiga hatten och få långa, slanka och torra fötter, som påminner om sparris
- Fukt och temperaturstyrning är viktiga faktorer, men även luftens innehåll av koldioxid har betydelse för kvaliteten på fruktkropparna
- Fruktkropparna växer i knippen, som omges med en krage
- Odlingscykeln är cirka 8 veckor lång, varvid det erhålls ett utbyte på omkring 15-25%

GELÉSVAMPAR

ALLMÄNT

Namn

- Judasöra, *Hirneola auricula judae*
- "Skogsöra" (Wood ear), *Auricula polytricha*
- "Silveröra" (Silver ear), *Tremella fuciformis*

Historia

Svampen finns nämnd i 2 300 år gamla källor, och odling lär ha utvecklats 600 e Kr. Det var kineserna som var de första att odla och äta dessa svampar. De trodde att regelbundet intag kunde bota vissa besvär i matsmältningsorganen och anemi. De hade status som livselixir.

Den forskning som gjordes för 2-300 år sedan inom champinjonodlingen ledde också till en utveckling av en odlingsmetod för skogsöron. Genom tillämpning av vetenskapliga metoder och bättre ympmaterial, förbättrades resultatet.

Beskrivning

Dessa gelésvampar skiljer sig markant från de svampar vi i Sverige är vana att äta. Som unga är de skålrika. Mogna svampar är mussellikä eller öronformade. Hattarna är vanligen 2-6 cm breda, ibland upp till 10 cm eller ännu större. De har inga lameller och en kort, eller också ingen, fot. Köttet är mörkt eller segt gelatinöst. Sporproduktionen sker på ovansidan. I kalla klimat är de duniga på undersidan, medan de i varma klimat blir tunna och dunet saknas eller är tunt. Kanten blir tunn och vågig när fruktkroppen är fullt mogen. "Silveröra" avviker från denna beskrivning. Den liknar de krös (*Tremella*), som växer i Sverige.

Som torkade är de hornatade eller hårda. De återfår sin mörka konsistens när de torkade fruktkropparna blötläggs. De suger snabbt upp stor mängd vatten. Hur de än sedan behandlas i matlagningen, så förändras inte deras konsistens nämnvärt. De har ingen speciell smak.

De olika arterna inom *Auricularia* är lika i kvalitet och fysiologi, och *A. polytricha* kan ersättas med andra likartade arter, som *A. fuscossuccinea*, *A. delicata* m fl.

Hirneola auricula judae (förs ibland till *Auricularia*) är den tunnare arten. Vissa stammar kan bli mycket stora. Som torkad är den hård och spröd och har förlorat mycket av sin vikt. 10-13 kg färsk ger 1 kg torkad svamp.

Auricularia polytricha har tjockare fruktkropp. Den har högre kvalitet än den förra och är den som anses medicinskt verksamt. Den blir inte slemmig när den kokas och är mörare än *H. auricula judae*. *A. polytricha* har en mycket kort fot eller ingen alls. Den är mycket hållbar som färsk, vilket beror på dess låga vatteninnehåll: 6-8 kg färsk ger 1 kg torkad svamp.

Tremella fuciformis är vit och korallliknande. Kineserna tror att den rensar blodet, stärker lungorna och botar störningar i matsmältningsorganen. I Asien är denna svamp mycket dyr, 5-10 gånger dyrare än *Auricularia*.

H. auricula judae förekommer sällsynt i Sverige utefter västra skånekusten. Där påträffas den vanligen på döda eller döende stammar och grenar av fläder.

Svampen har en förmåga att behålla sin mörhet, hur den än tillagas. Man bör dock tänka på att dessa svampar endast passar för det kinesiska köket. Andra recept ger en ganska smaklös rätt. Kinesiska restauranger över hela världen importerar dessa svampar för avsevärda summor. I USA har man upptäckt att *Auricularia* kan stimulera produktionen av ämnen i blodet som motverkar levring. Detta rön kan vara intressant för dem som löper stora risker att få blodpropp.

Odlingsegenskaper

Särskilt i Kina, Taiwan, Sydkorea och Japan har odling av *Auricularia* blivit en viktig näring och exportvara. Dessa svampar används nämligen i kinesrestauranger världen över. I Asien är de som torkade ganska vanliga i affärerna men i övriga världen är de ovanliga på marknaden. Oftast är det *H. auricula judae*, *A. polytricha* och *A. velutipa* som odlas. Odlingen sker till stora delar utomhus eller i växthus på trästockar av hårda träslag. Forskningsresultat har visat att gelésvamparna trivs i en mängd olika klimat och material. Bland annat halm är ett utmärkt substrat. Förutom god tillväxt, så ger halmen ingen bismak till svampen, som annars sågspån och trästockar ger. Sedan 1976 sker odlingen i allt större utsträckning på finfördelat substrat i plastsäckar. Den tekniken ger högre kvalitet, större avkastning och snabbare odlingscykler. I Thailand anordnas kostnadsfri utbildning, där de blivande odlarna får lära sig odling, starta företag och utbyta idéer, vilket påskyndat utvecklingen.

En utbredd odling i Västvärlden verkar inte trolig. Gelésvampar har egenskaper som vi i Västeuropa inte förknippar med matsvamp. Dessutom är de dyra att framställa i västeuropeiska ekonomier.

Odlingen liknar mycket odling av andra svampar. Fosfat är viktigt för tillväxten och brukar därför sättas till substratet. Kalk tillsätts för att binda kvävet, som annars kan underlätta för angrepp av konkurrerande organismer i odlingen. Även gips och naturgödsel kan tillsättas.

Vid 25-30 °C tar det cirka tre veckor för mycelet att växa ut i sågspånssubstrat. Under en odlingscykel på 2-2,5 månader kan utbytet vara så högt som 40-70% på substratets torrsvikt, det vill säga cirka 18-30% på dess färsksvikt.

SAMMANFATTNING

- Det finns en gammal tradition att använda gelésvampar inom hälsokosten i Ostasien
- Det är svampar som är typiska i det kinesiska köket, och de kan verka smaklösa i det västerländska köket
- Den traditionella odlingen sker med mycket enkel teknik på trästockar
- Idag sker odlingen i stor utsträckning även på spån och andra fibermaterial

LITTERATURLISTA

- Akiyama H, Akiyama R, Akiyama I, Kato A, Nakazawa K. 1976. The new cultivation of shiitake in a short period. *Mushroom Science* 9(1) pp 423-433.
- Algotsson S, Sterner F. Matsvampodlingens ekonomi. Speciella skrifter nr 27. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala 1987.
- Ander P, Eriksson K-E. Selective Degradation of Wood Components by White-Rot Fungi. *Physiol. Plant.* 1977 (41) pp 239-248.
- Ando M. Fruit-body formation of *Lentinus edodes* (Berk.)Sing. on the artificial media. *Mushroom Science* 1976 9(1) pp 415-422.
- Andrest B A. A food beneficial to health. *Sputnik.* pp 141-144.
- Badham E R. Is autoclaving shiitake substrate necessary? *Mushroom Journal of the Tropics.* 1988 (8) pp 129-136.
- Bahler B D, Royse D J. Yield and size of shiitake as influenced by synthetic log diameter and genotype. *Mushroom Journal of the Tropics* 1989 (9) pp 109-113.
- Bech K. Svampedyrkning. Champignon-laboratoriet. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. September 1984.
- Beelman R B, Royse D J West P J. Cultivating Edible Fungi. *Developments in Crop Science* 10. 1987
- Bisaria R, Madan M, Bisaria V S. Amino acid composition of the mushroom, *Pleurotus sajor-caju*, cultivated on different agroresidues. *Biological Wastes* 1987 (20) pp 251-259
- Bisaria R, Madan M, Bisaria V S. Biological efficiency and nutritive value of *Pleurotus sajor-caju* cultivated on different agro-wastes. *Biological Wastes* 1987 (19) pp 239-255
- Bowman G E. Enviromental control in mushroom houses. *Irish Mushroom Conference* nov 1988.
- Brunes L, Sellstedt A. Odling av matsvamp. Röbäcksdalen 1986.
- Chalmers W. Sawdust culture of exotic mushrooms.. *Mushroom Journal of the Tropics* 1989 (9) pp 47-53.
- Chang S T World production of cultivated edible mushrooms in 1986. *Mushroom Journal of the Tropics* 1987 (7) pp 117-120
- Chang S T, Huang B H, Yung KH. The sterol composition of *Volvariella volvacea* and other edible mushrooms. *Mycologia* 1985 77 (6) pp 959-963.
- Chang S T, Miles P G. *Edible mushrooms and their cultivation.* CRC Press Inc. USA 1989
- Chang S T, Miles P G. Fruiting of *Lentinus edodes* (Shiitake) in liquid media.. *MIRCEN journal* 1987 (3) pp 103-112.
- Chang S T, Tan Y H . Yield and mycelial growth response of the shiitake mushroom, *Lentinus edodes* (Berk.)Sing. to supplementation on sawdust media. *Mushroom Journal of the Tropics* 1989 (9) pp 1-14.

Chang S T, Yu M. Tolerance of tannin by the shiitake mushroom, *Lentinus edodes*. *MIRCEN Journal* 1989 (5) pp 375-378.

Cheng L C, Han Y H, Ueng W T. Physiology and Ecology of *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. *Mushroom Science* XI. Australien 1981.

Clark T A, Dare PH, Shu-Shou M. Konsumption of substrate components by the cultivated mushroom *Lentinus edodes* during growth and fruiting on softwood and hardwood-based media.. Forest Research Institute, Private Bag, Rotorua, New Zealand. *Process Biochemistry*, October 1988.

Connors WJ, Kirk T K, Schultz E m fl 1978. Influence of culture parameters on lignin metabolism by *Phanerochaete chrysosporium*. *Arch. Microbiol.* (117) pp 277-285.

Dal B, Lehtovirta K. Odling av den japanska skogssvampen shiitake. Högskolan i Östersund. 1988.

Deacon, J W, Introduction to modern mycology, Basic microbiology vol 7. Blackwell scientific publications. Morrison & Gibb Ltd, London and Edinburgh 1980.

Flegg P B, Spencer D M, Wood D A. The Biology and Technology of the Cultivated Mushroom. John Wiley & Sons Ltd 1985.

Hadar Y, Cohen-Arazi E. Chemical composition of the edible mushroom *Pleurotus ostreatus* produced by fermentation. *Applied and Enviromental Microbiology* 1986 June pp 1352-1354.

Hansson G. Odling och tillvaratagnade av matsvamp. SBF-report nr 2. Lund 1985.

Hayes W A, Randle P E. Progress in experimentation on the efficiency of composting and compost. *Mushroom Science* 1972 (8) pp 789-795.

Jong S-C. Commercial cultivation of the shiitake mushroom on supplemented sawdust. *Mushroom Journal of the Tropics* 1989 (9) pp 89-98

Kamiga T, Hasimoto M, Saito Y, Seki H. Hypocholesterolemic alkaloids of *Lentinus edodes* (Berk) sing. *Tetrahedron* (28) pp 899-906. Pergamon Press. Storbritannien 1972.

Khan S, Satta A, Wahid M. Composition of wild and cultivated mushrooms of Pakistan. *Mushroom Journal of the Tropics*. 1988 (8) pp 47-51.

Leatham G F. A chemically defined medium for the fruiting of *Lentinus edodes*. *Mycologia* 1983 75 (5) pp 905-908.

Leatham G F. Cultivation of shiitake, *lentinus edodes*, a potential industry for the US. *Forest Prod. Journal* 32 8 29-35. 1982.

Leatham G F . Extracellular enzymes produced by the cultivated mushroom *Lentinus edodes* during degradation of a lignocellulosic medium. *Applied and Enviromental Microbiology* 1985 (Oct) p 859

Leatham G F, Stahmann M A. Stimulatory effect of nickel or tin on fruiting of *Lentinus edodes*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 83 (3) . Storbritannien 1984.

Mossberg B, Nilsson S, Persson O. Svampar i naturen. Spanien 1987

Przybylowicz P, Donoghue J. Shiitake Growers Handbook. The Art and Science of Mushroom Cultivation. Kendall/Hunt Publishing Company USA 1990.

Royse D J. Effect of spawn run time and substrate nutrition on yield and size of the shiitake mushroom. *Mycologia* 1985 77 (5) pp 756-762

Royse D J. Factors influencing the production rate of shiitake.. *Mushroom Journal of the Tropics*. 1989 (9) pp 127-138

San Antonio J P. Cultivation of the shiitake mushroom. *Hort. Science*. (16) 2 April 1981.

Singer R, Harris B. *Mushrooms and Truffles, Botany, Cultivation and Utilization*. 2 uppl. Koeltz Scientific Books. Germany 1987

Sterner F. Exempel på ekonomiska kalkyler 1988/89. *Speciella skrifter 35*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala 1989.

Strid Å. Svampar - djur eller växter? *Forskning och Framsteg* 88 (6).

Svenninge O. Samla och odla mera svamp! Glesbygdsdelegationen. Regeringskansliets offsetcentral 1987.

Tuvesson P, Tuvesson S. *Svampodling till husbehov*. 1 uppl. Bokskogen 1989.

Wickberg B. *Murklan giftigare än flugsvampen*. *Forskning och Framsteg* 88 (6).

